www.radio.ru

РАДИО

4 • 2016

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

Момент зажигания — под контролем!



• ГУН для измерителя АЧХ кварцевых фильтров
• Встраиваемый вольтметр
• Плёночный фоторезист в радиолюбительской практике
• Звукосниматель для электрогитары — из зажигалки
...и ещё 12 конструкций

4
2016

ISSN-0033-765X

Двухканальный узкополосный ГУН для настройки АЧХ кварцевых фильтров. Часть 1

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл. (см. статью на с. 21)

Рис. 1.1

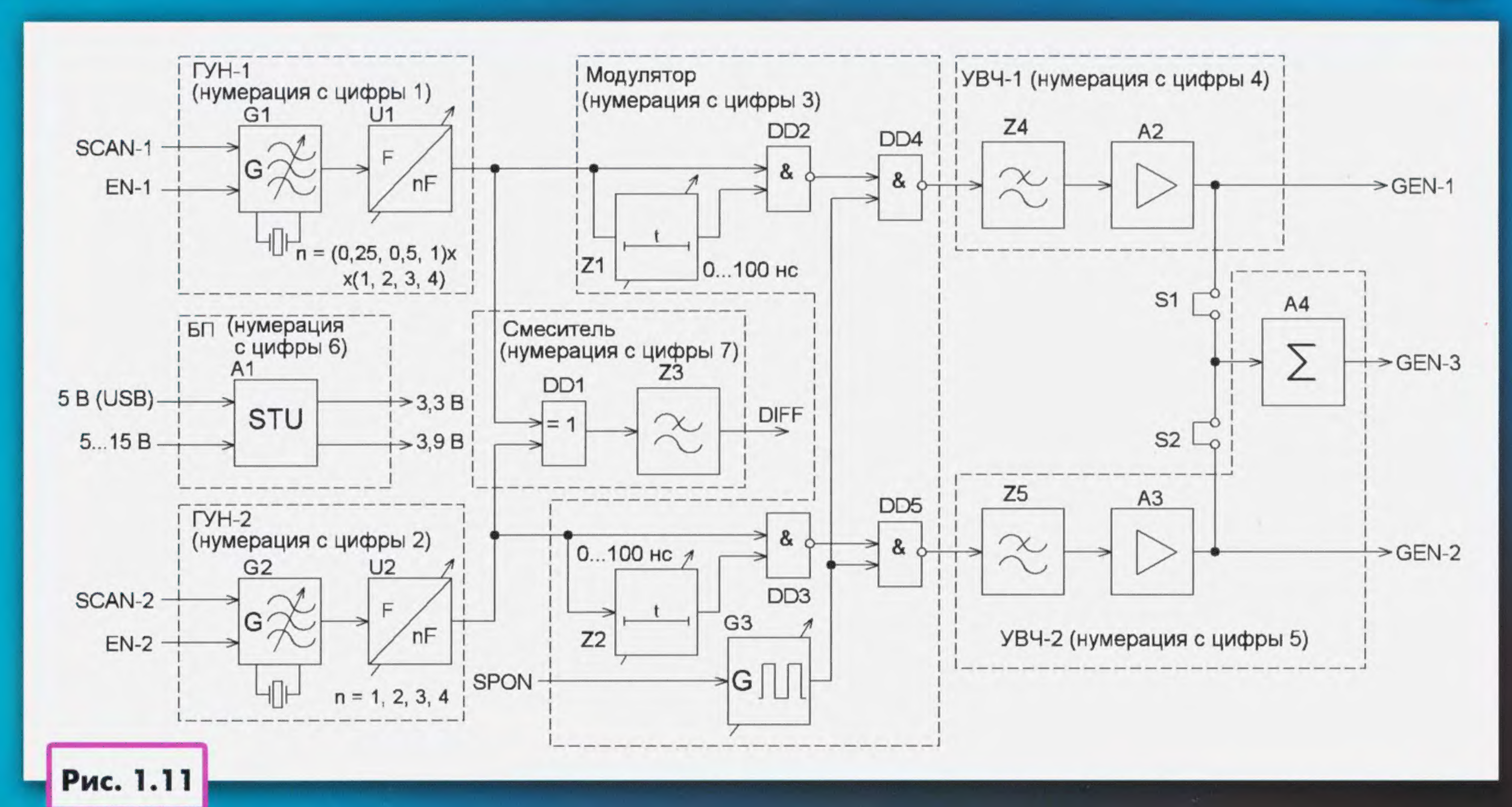


Рис. 1.11

ЦИФРОВЫЕ RLC-МЕТРЫ



Эконом-класс

6 разрядов

USB; LAN; RS-232; Автоматический сортировщик





Новинка!

0,05%

АММ-3148

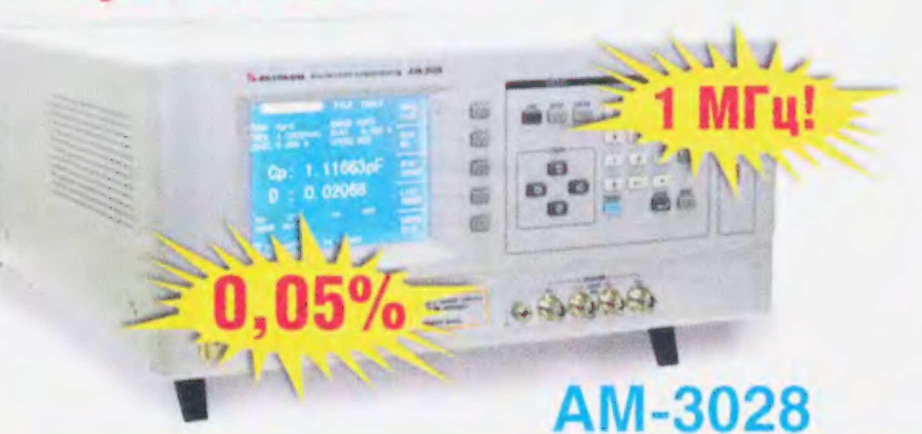
АМ-3016

АМ-3026

Графический анализ кривых резонанса

Встроенный источник смещения

Анализ трансформаторов







АМ-3028

АММ-3068/3078/3088

АММ-3038/3048/3058

Параметры	АММ-3148	АМ-3016	АММ-3038/3048/3058	АММ-3068/3078/3088	АМ-3028	АМ-3026
Точность	0,1 %	0,05 %	0,05 %		0,05 %	0,1 %
Тактовая частота (макс.)	100 кГц	200 кГц	300 кГц/ 500 кГц/ 1 МГц		1 МГц	5 МГц
ЖК-дисплей	5 разрядов	6 разрядов (240×60)	6 разрядов TFT (480×272)	6 разрядов TFT (800×480)	6 разрядов (320×240)	5 разрядов (320×240)
Ёмкость	0,001 пФ…10 мФ	0,00001 пФ…1 Ф	0,00001 пФ…10 Ф			0,00001 пФ…10 Ф
Индуктивность	0,001 мкГн…100 кГн	0,01 нГн…10 кГн	0,01 нГн…100 кГн			0,1 нГн…10 кГн
Сопротивление	0,0001 Ом…100 МОм	0,01 мОм…100 МОм				0,1 Ом…100 МОм



АММ-3035

100 кГц

IP-67

+ графическая шкала

АММ-3320

DCR

100 кГц

Новинка!

АМ-3123
АМ-3125

USB

10/100 кГц

DCR

Параметры	АМ-3055	АММ-3031	АММ-3035	АММ-3320	АМ-3123/АМ-3125
Точность	1,2 %	0,1 %	0,5 %	0,3 %	0,25 %
Тактовая частота (макс.)	3 Гц	2,2 Гц	100 кГц	100 кГц	10 кГц (АМ-3123) 100 кГц (АМ-3125)
ЖК-дисплей	3 ½ разряда; однострочный	4 5/6 разрядов; однострочный	4 ½ разряда; двухстрочный	4 ½ разряда; двухстрочный	5 разрядов; двухстрочный
Схемы измерения	2-х проводная	2-х проводная	4-х, 5-ти проводная	2-х проводная	3-х, 5-ти проводная
Ёмкость	1 пФ…60 мФ	10 пФ…4 мФ	0,01 пФ…20 мФ	200 пФ/…/20 мФ	0,01 пФ/0,001 пФ…20 мФ
Индуктивность	–	0,1 мкГн…6 Гн	0,001 мкГн…20 кГн	20 мкГн/…/20 кГн	0,01 мкГн/0,001 мкГн…1 кГн
Сопротивление	0,1 Ом…60 МОм	0,1 Ом…60 МОм	0,001 Ом…200 МОм	20 Ом/…/2 МОм	0,1 Ом…10 МОм



Читайте об измерении паразитных параметров и сортировке RLC-компонентов на www.eliks.ru в разделе "Мне нужно измерить..."

ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА
www.eliks.ru

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Цифровой прибор для проверки и установки момента зажигания (см. статью на с. 41).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ИОНОФОНЫ СЕГОДНЯ

ПАЯЛЬНАЯ СТАНЦИЯ — СВОИМИ РУКАМИ

ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ С ГОЛОСОМ ПЕВЦА

МАРШРУТНЫЙ КОМПЬЮТЕР ДЛЯ ЭЛЕКТРОВЕЛОСИПЕДА

Тираж журнала «Радио» № 3 сдан для рассылки подписчикам 03.03.2016 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 17.03.2016 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в АО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 16-03-00170.

Удивительные разработки

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Скажите, а как бы нам взобраться на эту гору?
— Ну, хотите, я собаку отвяжу?"

(Тирольская мудрость)

Ни для кого давно не секрет, что информационные и коммуникационные технологии развиваются столь бешеными темпами, что успевать за ними — нелёгкая задача даже для самих разработчиков. Попробуйте и вы прикинуть на себя хотя бы малую толику из приведённых ниже удивительных технологических достижений, подоспевших к 1 апреля 2016 г.

Тренды медицинского бизнеса

Как считают всеведущие британские учёные, в инновационных головах дыхание весны чувствуется с обострённой силой. В частности, в медицинском бизнесе поверх уже развёрнутых ИТ-решений появляются некоторые новые идеи. Лечебные учреждения начинают задумываться о том, как поднять на качественно новый уровень как диагностику, так и лечение, не забывая, конечно, и о бизнесе. В современном мире технологий уже есть все необходимые решения, среди которых аналитические системы, способные обрабатывать "большие данные" всесторонней диагностики пациента с помощью массы датчиков и сканеров. В частности, чтобы убедить пациента в эффективности диагностики средствами 3D-визуализации и проводимого лечения, ему демонстрируют он-лайн работу любого из его органов, а также дают всесторонний прогноз этой работы в зависимости от разнообразных внешних воздействий на его организм — от курения до лекарственных препаратов. Наибольший интерес вызывает именно подбор лекарств и лечащих врачей, в котором невольно принимает участие сам пациент, наблюдающий, какие последствия для организма несёт тот или иной препарат или врач и во сколько всё это обойдётся. Таким образом, проходящие лечение не только могут подбирать себе оптимальный набор лекарств по оптимальной цене, но и получить полную статистику прежних курсов лечения конкретного врача. В свою очередь, клиника может легко дифференцировать противопоказанные или фальсифицированные препараты. Удивительно, что, увидев воочию некоторые результаты подобных исследований, пациенты отказываются от дальнейшего лечения, предпочитая считать себя здоровыми.

Профиль на заказ

Не секрет, что информацию из соцсетей всё активнее используют различные правоохранительные органы, государственные структуры и коммерческие предприятия. Кроме того, внимание на эту информацию обращают HR-менеджеры (менеджеры по персоналу) и кадровые агентства, не говоря уже о налоговых органах и судебных исполнителях. На любой спрос найдётся предложение, в связи с чем на рынке появилось уже несколько компаний, предлагающих за относительно небольшую плату сформировать виртуальный динамический профиль (ВДП) клиента в социальных сетях, который позволит привлечь одних интересантов и оттолкнуть других. В результате каждая попытка нежелательного персонажа ознакомиться с ВДП какого-либо гражданина каждый раз выводит на экран новую персональную информацию, расположенную на серверах, разбросанных по всей планете. Напротив, крайне желательным персонам, особенно с сайтов подбора персонала и сайтов знакомств, с каждым разом выводится всё более красивая и квалификационно-выигрышная информация.

Операторы, соединяйтесь!

После того как в июле 2015 г. Государственная комиссия по радиочастотам (ГКРЧ) предоставила операторам сотовой связи возможность совместно использовать частоты, пала последняя преграда совместного использования ресурсов, о чём ранее уже были приняты соответствующие документы. Как сообщают неназванные источники в неназванных операторских компаниях, через пару лет все операторы собираются существенно сократить расходы на развитие, обслуживание и эксплуатацию сетей, а также предоставление услуг путём полного объединения мачтовых сооружений, базовых станций, коммутационного оборудования, транспорта, систем управления и пр., вплоть до абонентских служб и персонала. В результате операторы получат многомиллиардную годовую экономию, а для их абонентов мало что изменится — разве что при звонке в абонентскую службу необходимо будет назвать своего оператора.

Навстречу "жирным клиентам"

Как известно, сервисные программные продукты подразделяются на "толстых" клиентов, которые находятся на сервере, и "тонких клиентов", которые загружаются на терминал пользователя. Однако порой появляются чрезвычайно объёмные программные продукты, охватывающие огромный слой сервисов и требующие значительных объёмов памяти. В связи с этим аспиранты Некашинского технологического университета предложили называть их "жирными клиентами" и размещать в суперкомпьютерах, расположенных в некашинском филиале Сколково. Кстати, один такой "жирный клиент" может заменить собой целого оператора сотовой связи из Большой Тройки, в связи с чем со временем он может претендовать на роль "мобильного" искусственного интеллекта, заменяющего практически весь управленческий персонал компании-оператора. Хоть это и удивительно, но с учётом предыдущей новости уже сегодня все операторы сотовой связи могут "разместиться" в виртуальном виде на одном суперкомпьютере, возле которого при необходимости могут быть организованы автоматические рабочие места для президентов сотовых компаний.

В новые сети с новыми услугами

Наконец-то российским операторам разрешили использовать сети 4G/LTE для голосовой связи, что позволит внедрять услугу VoLTE (Voice over LTE), которая обеспечит абонентов сотовой связи новыми возможностями. Новый стандарт обмена голосовым трафиком позволит повысить качество голосовой связи, чёткость передачи речи, в пять раз сократить время соединения при звонке, снизить энергопотребление смартфонов и совместить голосовые услуги с мультимедийными сервисами. Теперь на очереди — запуск поверх LTE услуг телеграфной связи. Удивительно, что учёные заглядывают в будущее гораздо дальше, и уже готовятся проекты передачи по сетям LTE сигналов кода Морзе.

Для мобильных ценителей Морзе

Кстати, после того как "Центральный телеграф" объявил о запуске мобильного приложения, с помощью которого можно отправить поздравительную телеграмму, разработчики из отечественной компании "Сикрет Лабс" решили углубить данную инновацию в интересах "классических" радистов. Теперь на рынок поступило мобильное приложение, позволяющее владельцам смартфонов не только обмениваться сообщениями с помощью кода Морзе, но и визуализировать эти сообщения. Причём на экране можно наблюдать как последовательности точек и тире, так и непосредственно символы, которые они означают. В качестве ключа выступают либо виджеты в виде кнопок на экране, либо электронная имитация ключа, подключаемая к смартфону через разъём микро-USB.

Ценителям музыки и радио

В эпоху давно победившего Hi-End и прочих инноваций в воспроизведении музыки неожиданно удивительным успехом стали пользоваться CD-проигрыватели со щелчками и шипением виниловых пластинок, по-видимому, напоминающие своим обладателям о днях молодости. А вот специалисты из компании "Перпендикулярс" пошли ещё дальше и сумели осуществить для "истинных" радиолюбителей эмуляцию качества КВ-приёма для радиостанций УКВ-диапазона.

Туризм без границ

В связи с продолжающимся кризисом туриндустрии виртуальная туристическая компания "Из России с Любовью" начала продажу виртуальных путёвок на ведущие курорты мира. Всё очень просто и удивительно — в офисе компании или у себя дома виртуальные туристы надевают шлемы виртуальной реальности и отправляются в путешествия. В комплект поставки шлема входят головные телефоны, сенсор, который отслеживает изменение положения корпуса пользователя в пространстве, пульт ДУ для управления различным мультимедийным контентом, кабели, геймпад Xbox One, а также копии наиболее популярных игр. Совершить хоть и виртуальные, но гораздо более дешёвые и безопасные путешествия нашлось немало желающих. Однако, как отметила гендиректор туркомпании Любовь Шамаханская, есть и проблемы. Как известно, отдельные отечественные туристы не мыслят свой отдых без различного рода экстрима в части гонок, прыжков, ныряний и возлияний. Поэтому, чтобы не потерять эту самую деятельную группу потенциальных потребителей, для которых "всё включено", сотрудникам компании приходится сопровождать виртуальные путешествия своих клиентов сопутствующими ударами, пинками, погружениями и т. п., для чего пришлось нанять дополнительный специально обученный персонал. "Я верю, что в перспективе виртуальная реальность имеет все возможности изменить то, как мы живём, работаем и общаемся, — говорит Любовь Шамаханская, — и это позволяет нам с оптимизмом смотреть в будущее".

Восток — Запад

Уже ни для кого не секрет, что китайское правительство выступает против любого влияния Запада, проникновение которого в Поднебесную старательно ограничивается. В частности, недавно власти Китая стали отключать у местных жителей услуги мобильной связи за то, что они пользуются иностранными мессенджерами или инструментами для обхода государственной интернет-цензуры. Особая забота государства — государственные служащие, для каждого из которых разрабатывается специальный защищённый смартфон, основное отличие которого заключается в том, что в нём нет видеокамеры, GPS, Wi-Fi, Bluetooth, сенсорного экрана и даже операционной системы. Зато есть набор кнопок для набора номера, который выполнен в виде изящных микротумблеров, закрываемых титановой пластиной с микрозамком и считывателем отпечатков пальцев. Все смартфоны персонализированы и защищены от всех внешних проникновений, в том числе и в режиме ожидания. Удивительной "изюминкой" данной разработки является то, что она начинает работать только тогда, когда владелец смартфона покрутит ручку встроенного генератора.

Запад — Восток

В последнее время военное руководство ряда зарубежных стран было заинтриговано появившимися у нас программными комплексами на базе так называемых "семантических технологий", способными объединять в единое информационное пространство системы управления. Причём как коммерческими компаниями, так и войсками. Это даёт возможность наблюдать полномасштабную картину дислокации корпоративных или войсковых подразделений, состояния арсеналов, логистику снабжения, а также действий персонала или всех родов войск в конкретном офисе или регионе. Непосредственно в штабе можно получать из самых разных баз данных аналитические справки и сводную информацию любого уровня, вплоть до конкретного военнослужащего, включая выполняемые им задачи, состояние его здоровья, настроение и пр. При этом способность программного комплекса к анализу "семантики" текста позволяет осуществлять поиск и анализ необходимых сведений не по ключевым словам, а по смыслу любого документа, что существенно упрощает и удешевляет весь процесс. Программный комплекс также позволяет составить связный текст из отдельных реплик менеджеров и командиров, упрощая и ускоряя подготовку приказов и распоряжений. Именно это представителям зарубежных военных ведомств кажется наиболее удивительным, поскольку сами реплики, на их взгляд, в значительной части состоят из практически одного и того же набора слов, уловить разницу между которыми зарубежное ухо не в состоянии. Зарубежные специалисты относят этот эффект на счёт врождённой способности уроженцев нашей страны к шифрованию речи, постичь природу которого они, по-видимому, никогда не смогут.





Закон об оповещении для беспилотников

Работающий электромотор практически не издаёт шума, поэтому пешеходу непросто заметить электромобиль или гибридный автомобиль, что представляет реальную угрозу. Как показывают исследования, шансы наезда на пешеходов у электромобиля в схожей ситуации почти на 20 % выше, чем у обычного автомобиля с двигателем внутреннего сгорания. С целью предотвращения подобной угрозы в США прорабатывается удивительный закон, по условиям которого все подобные автомобили должны оснащаться системой акустического, светового, химического и прикладного физического оповещения. Это обещает значительно повысить безопасность пешеходов, которых электромобили будут не только оповещать, но и отпугивать с помощью сирены, мелькания молний электрошокера, слезоточивого газа и водяных струй, способных даже смыть случайно подвернувшихся пешеходов за пределы автотрассы. Во имя безопасности последних, разумеется. Кстати, в свою очередь, американские законы не запрещают безавтомобильным гражданам защищать свою жизнь с помощью оружия.

Небезопасная "уберизация"

Известный интернет-сервис Uber по заказу такси не только вызвал массовый интерес среди последователей и не менее массовые протесты таксистов по всему миру, но и заставил встать на изготовку инициаторов массы новых стартапов и журналистов. Экспансия компании Uber Technologies Inc. напоминает эпидемию вируса, который поразил уже более 360 городов в 67 странах, разрушая старую экономику и заменяя её новой. По последним данным Uber стоит 51 млрд долларов США. В связи с этим СМИ постоянно запугивают бизнес-сообщество тем, что отныне группы простых людей с помощью Интернета смогут переложить значительную часть существующего бизнеса на себя, отняв кусок пирога даже у признанных лидеров рынка. Ну а компания IBM даже назвала "уберизацию" "главной конкурентной угрозой" ближайших 3...5 лет. Собственно "уберизация" — это агрегирование потребительского спроса на какую-либо услугу через мобильное приложение и предоставление пользователю возможности найти подходящего исполнителя этой услуги в режиме офф-лайн простым нажатием кнопки на мобильном устройстве. Как выяснили социологические службы Всемирной ассоциации интернет-сервисов, помимо такси, в настоящее время с привлечением рабочей силы из Интернета готовятся не менее удивительные проекты по альтернативному обслуживанию посетителей ресторанов и кафе, по работе на КВ-радиостанциях, по аутсорсингу персонала атомных станций и, что самое страшное, по функциональной замене персонала на госслужбе. Всё это уже вызвало закономерную ответную реакцию государства и крупного бизнеса с привлечением специалистов по информационной безопасности и силовых структур, в частности, уже начавшим расследование, кто именно, какими силами и по чьему заданию пытался перевести на "людей из Интернета" эксплуатацию атомных станций.

Андроиды среди нас

Удивительно также, что запланированное на 2018 г. производство на Старопролетарском вагонзаводе автоматизированных домашних уборщиков в лице роботов-андроидов с дистанционным управлением через SIM-карту находится под угрозой срыва по совсем не техническому и не финансовому поводу, как можно было предположить. Просто пока ещё все имеющие отношение к разработке стороны не пришли к единому мнению о внешности роботов, потому что предлагаемые внешности политиков, артистов, миллионеров или просто людей из народа разных возрастов не находят поддержки у населения или у самих политиков, артистов и т. д., о чём в своё время с помпой сообщила маркетинговая служба завода. Теперь об этом все жалеют, но слово — не воробей. Прежде всего, мало кому из известных лиц хочется, чтобы его копия работала у кого-то дома, к примеру, сиделкой или посудомойкой. В свою очередь, выяснилось, что простому народу, наоборот, именно этого и хочется. Причём до такой степени, что профсоюз производителей роботов уже обратился за соответствующим разрешением в Правительство.

Смартфоны везде

Интернет вещей давно и бодро шагает по планете, а производители смартфонов решили дополнительно двигаться ему навстречу. Благо, что микрочипы становятся всё более миниатюрными. Теперь планируется выпускать смартфоны в элементах одежды и мебели, в мыльнице, в зеркале, в пивной кружке, в кофеварке, в дамской сумочке, в тарелках, в кастрюлях, в обуви и даже в унитазах. Причём перевод обслуживания между этими предметами при перемещении пользователя производится автоматически благодаря технологии Unified Communications. Удивительно, что теперь даже не обязательно носить "обычный" смартфон с собой — ваши вещи сами разберутся, где и когда предоставить вам услуги связи. А то и вызвать к вам доктора или полицию...

Чемодан без ручки

Ваши вещи могут не только предоставлять услуги связи, но и вообще жить сами по себе. Компания NUA Robotics представила на выставке CES 2016 прототип смарт-чемодана-гаджета, способного распознавать хозяина и следовать за ним по пятам. Чемодан снабжён камерой и Bluetooth-модулем, чтобы узнавать владельца и подключаться к его мобильным гаджетам для определения местоположения и пунктов назначения. Собственно, сегодня любой предмет может стать интеллектуальным, что, в частности, взялись доказать учёные таймырского интернет-университета, старающиеся наполнить подобными предметами всю нашу повседневную жизнь. Технология "Интернета вещей" как нельзя лучше подходит для этой цели и может применяться и в тележках супермаркетов, и в столиках для подачи блюд, а также в мобильных мусорных корзинах, автоматических дверях, лифтах и пр. Удивительно, что такие вещи, к примеру, трудно выбросить, потому что они вновь и вновь возвращаются к своим владельцам. И совсем не удивительно, что от обилия подобных услуг у некоторых людей даже развивается мания преследования со стороны чемодана или конкретной двери, для чего учёными даже разработаны специальные курсы психической реабилитации.

О скоростной зарядке аккумуляторов

Появившиеся недавно в Интернете утечки информации о революционной технологии скоростной зарядки аккумуляторов за считанные секунды обретают более ясные черты. Как сообщил один из бывших сотрудников известной китайской компании, вся информация о данной технологии строго засекречена, но, однако, шила в мешке не утаишь. Новая технология позволит зарядить батарею смартфона на 50...60 % за 40...50 с, тогда как при использовании обычного зарядного устройства на это понадобится не менее полутора часов, и даже последние разработки требуют на это несколько минут. Участник секретных испытаний сообщил, что скоростная зарядка осуществляется путём вращения магнитной палочки в калиброванном отверстии корпуса аккумулятора с помощью специального шнура, обладающего крайне высоким коэффициентом трения. Во время одной из презентаций батарея смартфона ёмкостью 3500 мА·ч зарядилась на 55 % за 42 с. Остаётся признать, что это на самом деле выдающееся достижение, позволяющее делать удивительные вещи буквально с помощью палки и верёвки.

Вор должен сидеть

Не успело агентство Reuters сообщить о том, что корпорация Microsoft теперь будет уточнять для пользователей своего почтового сервиса Outlook, какими хакерами, связанными с правительствами каких стран, производилась попытка взлома их учётных записей, как на ту же тему поступил отклик из Сибири. Группа студентов, подрабатывающих в местном кластере инноваций, сообщила о разработке новой версии интернет-протокола, который получил название IP-2016. Теперь любой пользователь Интернета, использующий оборудование на IP-2016, может видеть на своём экране, кто, каким образом и откуда именно собирается установить с ним связь или получить доступ к его персональному компьютеру. Причём вся эта информация зеркалируется в ситуационные центры спецслужб, которые оперативно включаются в процесс по мере необходимости. Удивительно, что при этом потенциальные хакеры попадают в разработку, ещё только собираясь осуществить преступление. А по мере совершения последнего и в зависимости от его тяжести они в автоматическом режиме через сайт госуслуг по-

лучают ордер на обыск, подписку с мерой пресечения, состав мобильной группы следователей и различные процедурные документы, вплоть до проекта приговора, о котором будет ходатайствовать прокуратура.

Робоотели открывают свои двери

17 июля 2015 г. в Нагасаки открылся первый в мире отель, где посетителей обслуживают роботы. Он называется "Henn Na" ("Странный отель"). В персонал отеля с 72 номерами входят 10 человек и 10 роботов. В том числе и небольшой робот-динозавр на ресепшене. Однако совсем скоро пальму первенства в открытии робоотелей обещает перехватить транссибирская магистраль, вдоль которой со следующего года через каждые 100 км начнут открываться робоотели. В стандартный набор такого отеля входят не только традиционный персонал, от уборщиц до директора и от швейцара до повара, но и робот-таксист, роботележки для багажа, ресторанный робот-собеседник, робот-вышибала, робот-полицейский, прикроватные робоконсьержи, робоподатели ванных полотенец и даже "робот-незнакомка", принимающий от клиентов любые знаки внимания. В результате ожидается, что клиенты будут оставлять в таких робоотелях больше денег, да и зарплата роботам не нужна. Порядка же при этом будет, несомненно, больше.

Абсолютно безопасный город

На страницах журнала уже рассказывалось о разработках беспилотных автомобилей и о тех проблемах, которыми наполнены для них современные города. К слову, американская компания Ford уже начала тестировать беспилотный автомобиль Ford Fusion Hybrid на улицах специально построенного для этих целей города Mcity. А вот британские учёные считают, что это и есть наиболее правильный подход при внедрении беспилотников, потому что гораздо проще не биться над усовершенствованием интеллекта беспилотных автомобилей, а сразу строить вокруг мест, где они эксплуатируются, новые безопасные города. Благодаря применяемой в них архитектуре с полностью закрытыми улицами и герметичными домами автомобили могут быть проще и дешевле, а люди с автомобилями встретиться, в принципе, не смогут. При этом некоторые специалисты считают это серьёзным и удивительным шагом к созданию полностью безопасного города, в котором нет коммунальных, промышленных и автомобильных аварий, стихийных бедствий, коррупции, мошенничества и прочей преступности. Как выяснили учёные, для этого из города достаточно просто убрать людей...

Самофонщики

Компания Vaporcade привезла на выставку CES 2016 "курительный" смартфон Jupiter IO 3, снабжённый двумя батареями, одна из которых предназначена для самого смартфона, вторая — для встроенного электронного парогенератора. В случае, если пользователь курит смартфон не слишком часто, вторая батарея направляется для питания основного устройства. В свою очередь, наши учёные готовятся представить на CES 2017 свой достойный ответ — компактный алкогольный гаджет "Самофон", испытания прототипа которого прошли недавно в одном из московских ресторанов при спонсорской поддержке одного из операторов сотовой связи. В нужный момент владелец "Самофона" может получить строго дозированную порцию алкоголя, размеры и доступность которой определяет сам гаджет. После этого с целью гармоничного усвоения выделенного последний начинает излучать нежный запах селёдки с луком, солёных огурцов или квашеной капусты. Разумеется, бесполезно просить устройство о чём-либо, находясь за рулём автомобиля или во время работы. Удивительным в этом устройстве является практически всё, начиная от отечественной операционной системы "Столичная 2.1" и до аккумуляторной батареи с рекордной (и пока засекреченной) ёмкостью, работающей на чистом спирте.

Распознавание окружающего

Специалисты исследовательских лабораторий университетов целого ряда стран работают сегодня над созданием искусственного интеллекта, вооружённого, в частности, технологиями распознавания и анализа объектов на изображении, а также ответов на вопросы о них. Как правило, подобный программно-аналитический комплекс представляет собой суперкомпьютер, использующий объёмное компьютерное зрение, глубокое обучение и обработку речи вкупе с прорывом в средствах аналитики с помощью "больших данных". Благодаря этой технологии можно узнать не только, что и кто изображён на фотографии, какого он цвета, что находится за ним или что изображено на его фоне, но и из чего сделан объект или о чём он думает. Есть в данной сфере и свои соревнования сродни тем, что проводятся между шахматистами-людьми и шахматными компьютерными программами, когда участники проводят описание информации, считанной с изображений одних и тех же объектов. В частности, на состоявшейся минувшим летом в Калифорнии ежегодной конференции по "распознаванию скрытого" (Worldwide Detection of Latent'2015) были продемонстрированы феноменальные способности компьютерной обработки информации портретов участников, приглашённых прямо из зрительного зала. В более чем 67 % случаев компьютер не только угадал, кто находится перед ним, но и что он держит в руках, на чём сидит и даже, как он себя чувствует и о чём в данный момент думает. Удивительно, однако, что ни один компьютер не смог соревноваться с русскоговорящей супругой одного из сотрудников одной известной компании из Силиконовой долины, которая с вероятностью 100 % угадывала не только то, как себя чувствует то или иное подопытное лицо, но и что оно думает о своём начальнике, за кого голосует на выборах, и даже указывала то место, где объект прячет от жены заначку. В отличие от шахмат, в этой области человек пока ещё сильнее компьютерной программы. Может быть, это и к счастью. ■

Спутниковые ресиверы GS-8300(M, N) и DRS-8300

Устройство и ремонт

В. ФЁДОРОВ, г. Липецк

В помещаемой здесь и далее статье (в продолжение опубликованным материалам) рассказано ещё о ряде ранее упомянутых спутниковых ресиверов, рассмотрены их особенности и различия, методы диагностики возникающих при эксплуатации неисправностей, причин, приведших к ним, и способы устранения дефектов.

Во второй половине 2009 г. "Национальная спутниковая компания" (НСК), распространяющая пакет программ "Триколор ТВ-Центр", провела мероприятия по увеличению объёма вещания. Одновременно с повышением арендуемых у консорциума Eutelsat транспондерных ёмкостей было принято решение о переходе на систему СТВ второго поколения DVB-S2. Новая система позволила увеличить число телевизионных программ, передаваемых через один транспондер. Дополнительное уплотнение было сделано в результате использования вместо стандарта сжатия MPEG-2 более прогрессивного MPEG-4.

В самом конце 2009 г. абонентам была предложена новая модель ресивера GS-8300, спроектированная на основе ресивера DRS-8300 фирмы DownRidge Select Limited и производимая российской фирмой General Satellite. Ресивер собран по другой схеме в отличие от предыдущих аппаратов, используемых для приёма программ "Триколор ТВ". Входные цепи ресивера демодулируют сигналы DVB-S/DVB-S2, которые коре-модулем, идентичным применённому в DRS-4500 (на микросхеме NP4+ фирмы Neotion), преобразуются (транскодируются) в мультиплексированный поток MPEG-2. Далее сигнал обрабатывается однокристальным декодером STi5119ALC абонентских терминалов стандарта SD фирмы ST Microelectronics.

С целью доступа к скремблированным (кодированным) программам использовалась стандартная смарт-карта "Триколор ТВ-Центр" серии 13. Поскольку ресивер имел возможность принимать сигналы, сжатые по формату MPEG-4, его стали также применять для приёма программ "Триколор ТВ-Сибирь" (с соответствующей картой) со спутника БОНУМ-1, находившегося в позиции 56° в. д. Позже этот спутник заменили спутником DIREC TV-1R, а последний, в свою очередь, — спутником ЭКСПРЕСС АТ-1.

Немного позже НСК предложила ресивер GS-8300N, в котором были модернизированы основная плата и плата картридера, а также использовалась стандартная смарт-карта серии 23 или 24. Закупка большого количества микросхем криптозащиты A18TMLBA78229VG с интерфейсом, совместимым со стандартом ISO-7816, предполагала их применение в ресиверах DRS-5003. Это привело также к тому, что был изготовлен вариант без смарт-карты — ресивер GS-8300M (его внешний вид показан в [1]). В таком ресивере микросхема имеет маркировку ИП562УД.

Представленный позже ресивер GS-8302, выполненный по совершенно новой схеме на однокристальном декодере STi5211, вызвал очень много нареканий в эксплуатации. Поэтому НСК заказала для реализации у фирмы DownRidge Select Limited партию ресиверов DRS-8300. Они имеют упрощённую плату картридера и модифицированную плату индикации.

Пакеты программ "Триколор ТВ-Центр" транслируют через спутники EUTELSAT 36A/36B в позиции 36° в. д. Ретрансляция обеспечивается по стандарту DVB-S через транспондеры ER9 (11881 МГц), TP25 (12190 МГц), TP27 (12226 МГц),

Таблица 1

Модель	Основная плата	Источник питания	Коре-модуль	Картридер	Плата управления
DRS-8300	RedManul05Q_r0.01, RedManul05Q_r0.04, RedManul05Q_r0.09	Ferex R&D FP09T001 Rev.2	PRD-CMD2-2510, 2810 (0200, 0400)	SC_RedManul05Q_r0.00	FP_GS8000_R0.00
GS-8300	RedManul05Q_r0.01, RedManul05Q_r0.04	Ferex R&D FP09T001 Rev.2	PRD-CMD2-2510, 2710 (0100, 0200)	SC_RedManul05Q_r1.00 (1.01)	FP_RedManul05Q_r0.01A
GS-8300N	RedManul05Q_r0.04, RedManul05Q_r0.09	Ferex R&D FP09T001 Rev.2	PRD-CMD2-2810 (0300, 0400)	SC_RedManul05Q_r1.03	FP_RedManul05Q_r0.01A
GS-8300M	RedManul05Q_r0.04, RedManul05Q_r0.09	Ferex R&D FP09T001 Rev.2	PRD-CMD2-2810 (0300, 0400)	SC_RedManul05Q_r1.01 (ИП562УД)	FP_RedManul05Q_r0.01A

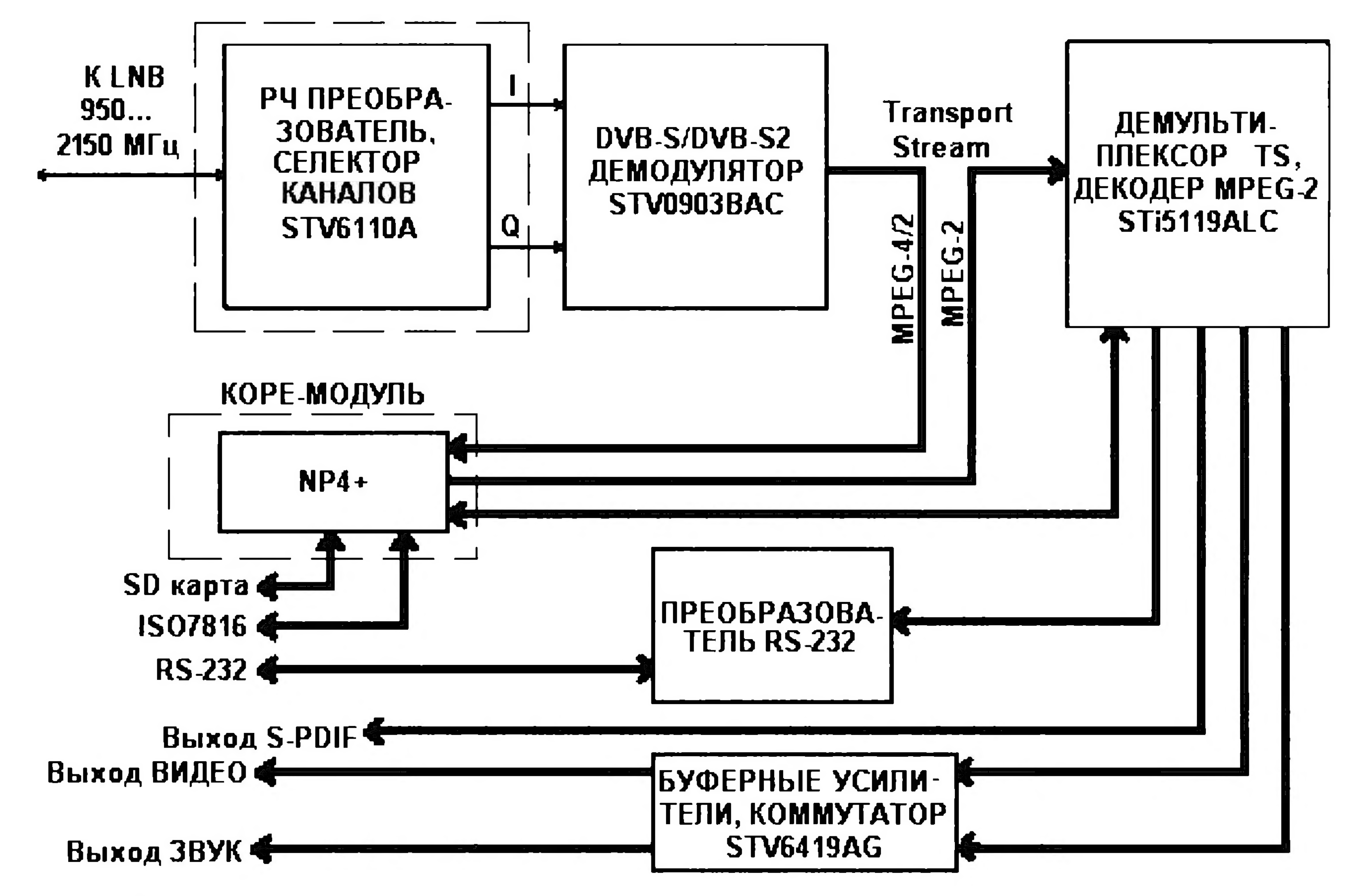


Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

ТР31 (12303 МГц). Трансляция по стандарту DVB-S2 ведётся через транспондеры ER2 (11747 МГц), ER3 (11766 МГц), ER5 (11804 МГц), ER7 (11843 МГц), ER11 (11919 МГц), ER13 (11958 МГц), ER17 (12034 МГц), ER18 (12054 МГц), ER23 (12149 МГц), ER24 (12169 МГц), TP1 (11727 МГц), TP21 (12111 МГц), TP34 (12360 МГц), TP37 (12418 МГц). Почти все транспондеры вещают с левой круговой поляризацией со скоростью потока 27500 Мбит/с при свёрточном коде 3/4. Исключение составляют транспондеры ER2, ER24, TP34, вещающие с правой круговой поляризацией, а у транспондера TP25 скорость потока — 20000 Мбит/с. Частоты вещания программ "Триколор ТВ-Сибирь" перечислены в [2].

Как уже выше указано, прототипом всех описываемых моделей стал ресивер DRS-8300. Эти модели собраны в большинстве из одинаковых комплектующих, по одинаковым схемам и в одинаковых корпусах. Различаются они фирменными надписями на передних панелях и применяемыми платами. Состав ресиверов и используемые в них платы представлены в **табл. 1**.

Рассматриваемые цифровые ресиверы GS-8300 предназначены для приёма спутниковых телевизионных и радиовещательных сигналов, передаваемых по системам цифрового телевидения DVB-S ETSI EN 300421 [3] и DVB-S2 EN 302307, с последующим преобразованием их в аналоговые сигналы цветного телевидения стандартной разрешающей способности SD (Standard Definition). Входные частоты сигналов, приходящих с внешнего конвертера на вход, лежат в пределах 950...2150 МГц, а сигналы могут иметь уровень в интервале −65...−25 дБмВт. Режим приёма ресивера возможен по схеме MCPC или SCPC (много программ или одна программа на одной несущей соответственно).

Кроме программ, ресиверы позволяют принимать сервисную информацию: телетекст, субтитры. Память ресиверов сохраняет настройки на 4000 каналов. Для облегчения управления и настройки параметров приёма используют меню экранной графики OSD и русифицированное навигационное меню EPG. С целью управления внешними устройствами (коммутирования конвертеров и др.) применён интерфейс, работающий по протоколу DiSEqC 1.0—1.2 (USALS).

Ресиверы имеют выход SCART, который обеспечивает (кроме других) и функцию вывода сигналов S-VIDEO, RGB и YPrPb для организации просмотра программ в студийном качестве. Для подключения дополнительного источника видеопрограммы (DVD или медиаплейера) аппараты снабжены вторым разъёмом SCART. РЧ-модулятор, переносящий сигналы изображения и звукового сопровождения на любой канал ДМВ, в этих ресиверах отсутствует.

Для обновления программного обеспечения (ПО) в устройствах можно использовать компьютер с последовательным интерфейсом RS-232 или производить его посредством OTA (Over To Air) — обновления со спутника. ПО коре-модуля обновляется с SD-карты, устанавливаемой в специальный слот ресивера, или через спутник (OTA).

Потребляемая аппаратами мощность от сети переменного напряжения 190...240 В при частоте 50/60 Гц — не более 25 Вт. Допустимая рабочая температура — +5...+40 °С. Размеры ресиверов — 250×37×180 мм.

Кроме приёма открытых FTA (Free To Air) каналов, ресиверы позволяют при использовании внутреннего декодера платных программ просматривать кодированные каналы, скремблированные по системе DRE-CRYPT 2.

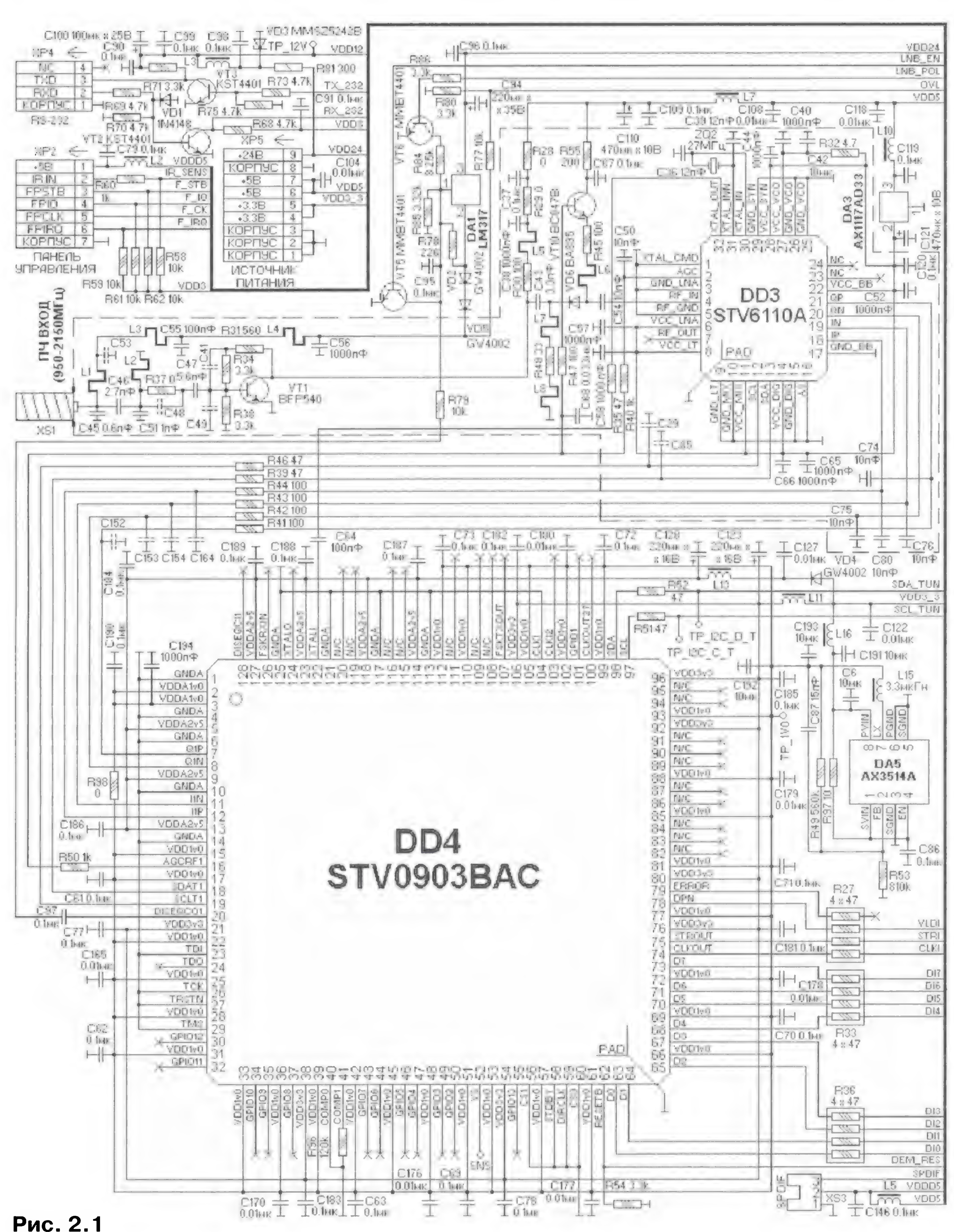


Рис. 2.1

У ресиверов отсутствует интерфейс CI (Common Interface) общего назначения для установки САМ-модулей, поэтому просматривать программы, кодированные по другим системам скремблирования, на них невозможно.

Указанные ресиверы компания НСК по-прежнему рекомендует для использования. Однако она настоятельно советует заменить их современными аппаратами, имеющими улучшенные функциональные возможности. Несмотря на это, она обеспечивает их программную поддержку и модернизацию ПО.

Структурная схема ресиверов показана на **рис. 1**. Входной сигнал с наружного понижающего частоту конвертера поступает на микросхему РЧ-преобразователя-селектора каналов STV6110A фирмы ST Microelectronics. Особенностями ресивера следует назвать отсутствие NIM-модуля и то, что РЧ-преобразователь-селектор и демодулятор DVB-S/DVB-S2 расположены на основной плате. Преобразователь настраивает ресивер на несущую частоту требуемого канала и переносит входной сигнал на "нулевую ПЧ", выделяя затем из него составляющие I и Q. Элементы РЧ-преобразователя-селектора каналов закрыты экраном, обеспечивающим одновременно доступ к входному F-разъёму (IEC 169-25) с волновым сопротивлением 75 Ом.

С РЧ-преобразователя сигналы I и Q приходят на DVB-S/DVB-S2-демодулятор STV0903BAC фирмы ST Microelectronics. В микросхеме происходит стандартная демодуляция с обработкой принимаемых QPSK-сигналов при скоростях потока 2...45 Мбит/с. Коэффициент коррекции ошибок декодера свёрточного кода Виттерби может иметь весь ряд стандартных допустимых значений: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8 (при длине кодового ограничения K = 7). Кроме этого, в демодуляторе происходят деперемежение сигнала и декодирование кодов Рида-Соломона с коррекцией ошибок. Выходной транспортный поток Transport Stream (TS) дерандомизируется и нормализуется согласно нормам стандарта DVB-S и проходит на выход демодулятора.

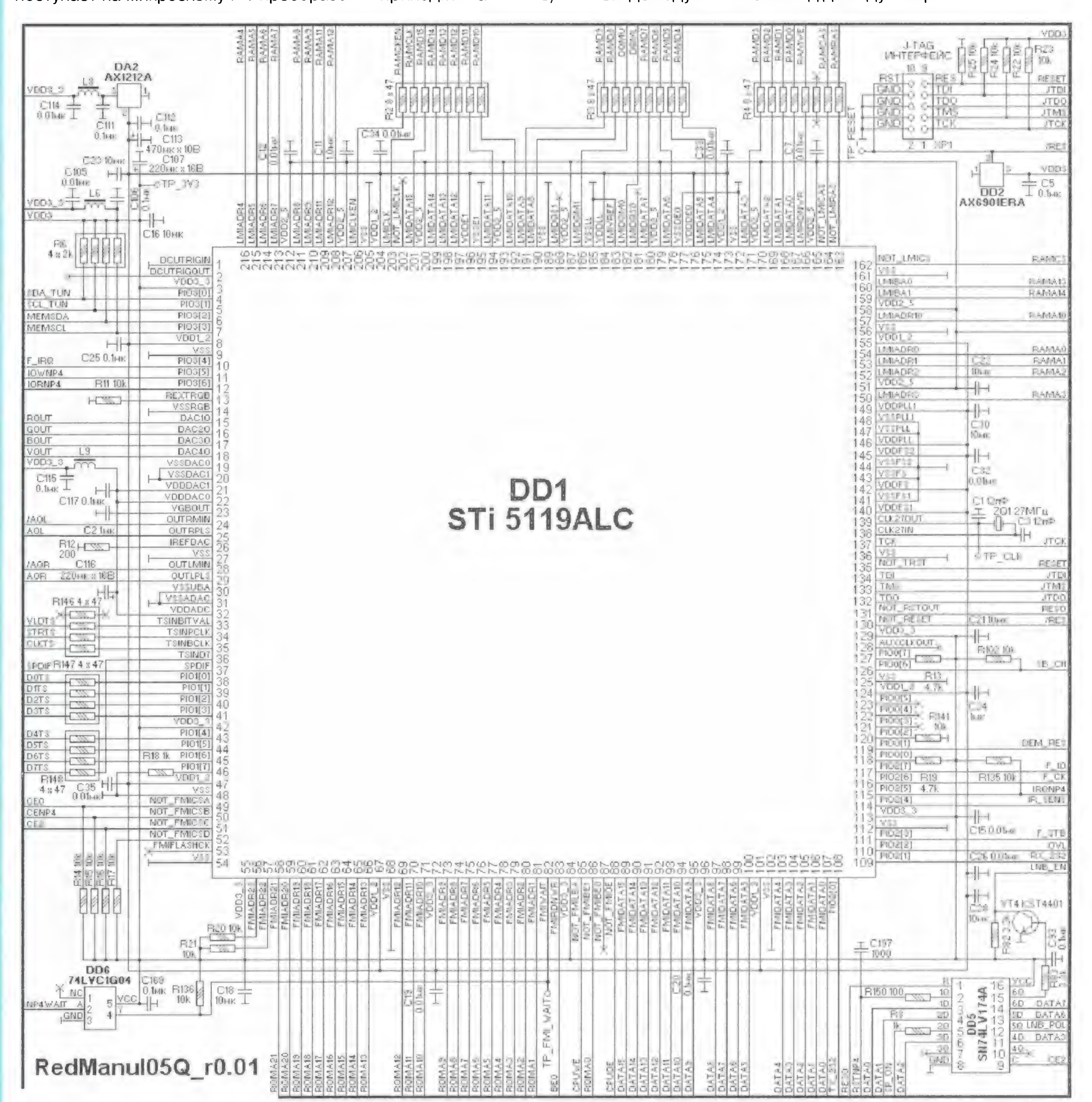


Рис. 2.2

В случае приёма программ стандарта DVB-S2 микросхема обеспечивает демодуляцию, обрабатывая принимаемые сигналы QPSK или 8-PSK со скоростями потока не менее 30 Мбит/с. Коэффициент внутренней LDPC-коррекции ошибок может иметь значения 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 7/8, 8/9, 9/10 (для QPSK-модуляции) и 3/5, 2/3, 3/4, 5/6, 8/9, 9/10 (для 8-PSK-модуляции). Кроме этого, в демодуляторе происходит декодирование BCH-кодов с коррекцией ошибок и декодирование сигнала. Выходной поток TS дерандомизируется и нормализуется согласно нормам стандарта DVB-S2 и поступает на выход демодулятора.

Изменение поляризации принимаемого сигнала обеспечивается инжекцией в кабель снижения постоянного напряжения, предназначенного для питания конвертера, разных значений: 13±0,5 (левая круговая поляризация) или 18±0,5 В (правая круговая поляризация). Потребляемый конвертером постоянный ток не должен быть больше 0,4 А. В случае его превышения срабатывает защита, и об этом сообщается пользователю. Поддиапазоны Ku-диапазона переключаются подачей в кабель снижения синусоидального немодулированного сигнала частотой 22±4 кГц, амплитудой 0,6±±0,2 В.

Внешними дополнительными устройствами (поворотными механизмами, переключателями конвертеров) управляют, используя метод инжектирования в кабель снижения команд, сформированных на основе протоколов DiSEqC 1.0—1.2 (USALS).

С выхода DVB-S/DVB-S2-демодулятора TS-поток в формате MPEG-4 или MPEG-2 поступает на коре-модуль. Он выполнен на микросхеме (AVC-декодере) NP4+, которая связана с многофункциональным однокристальным процессором STi5119ALC семейства OMEGA. В основе процессора — микроконтроллер ST20, управляющий функционированием ресивера в целом.

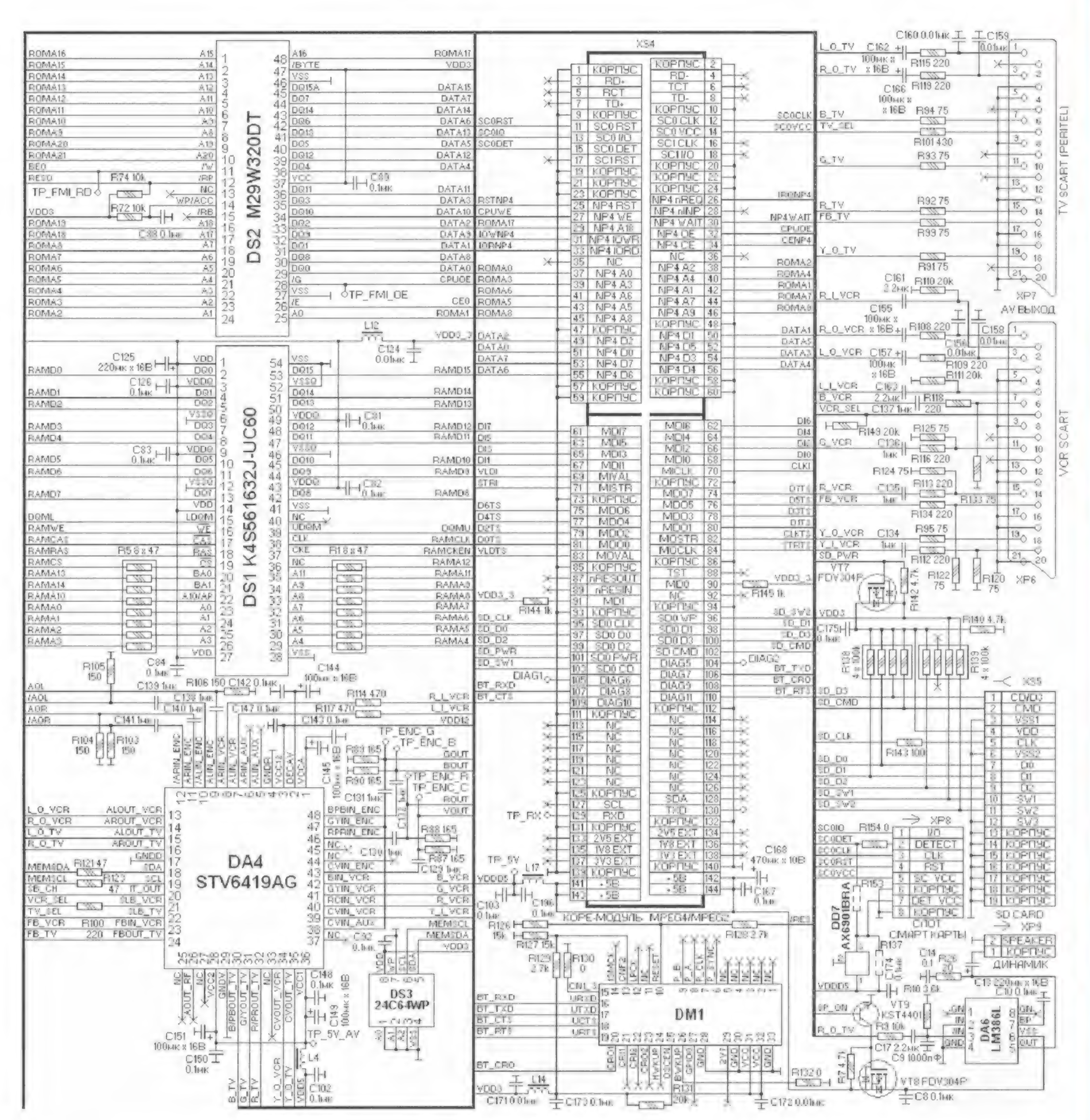


Рис. 2.3

Сигнал TS проходит либо через транскодер MPEG-4/MPEG-2 коре-модуля, либо непосредственно на процессор, в обход транскодера, если принимаются передачи, сжатые по системе MPEG-2.

картридера, обеспечивающего обмен данными со смарт-картами через интерфейс, соответствующий стандарту ISO 7816. В ресивере GS-8300M вместо смарт-карты применена смонтированная на плате картридера и упомянутая

управления и контроля в ресивере. С выхода роутера сигнал TS демультиплексируется. Из полного пакета выделяются сигналы требуемого телевизионного/радиовещательного канала или сигналы данных сервисной информации.

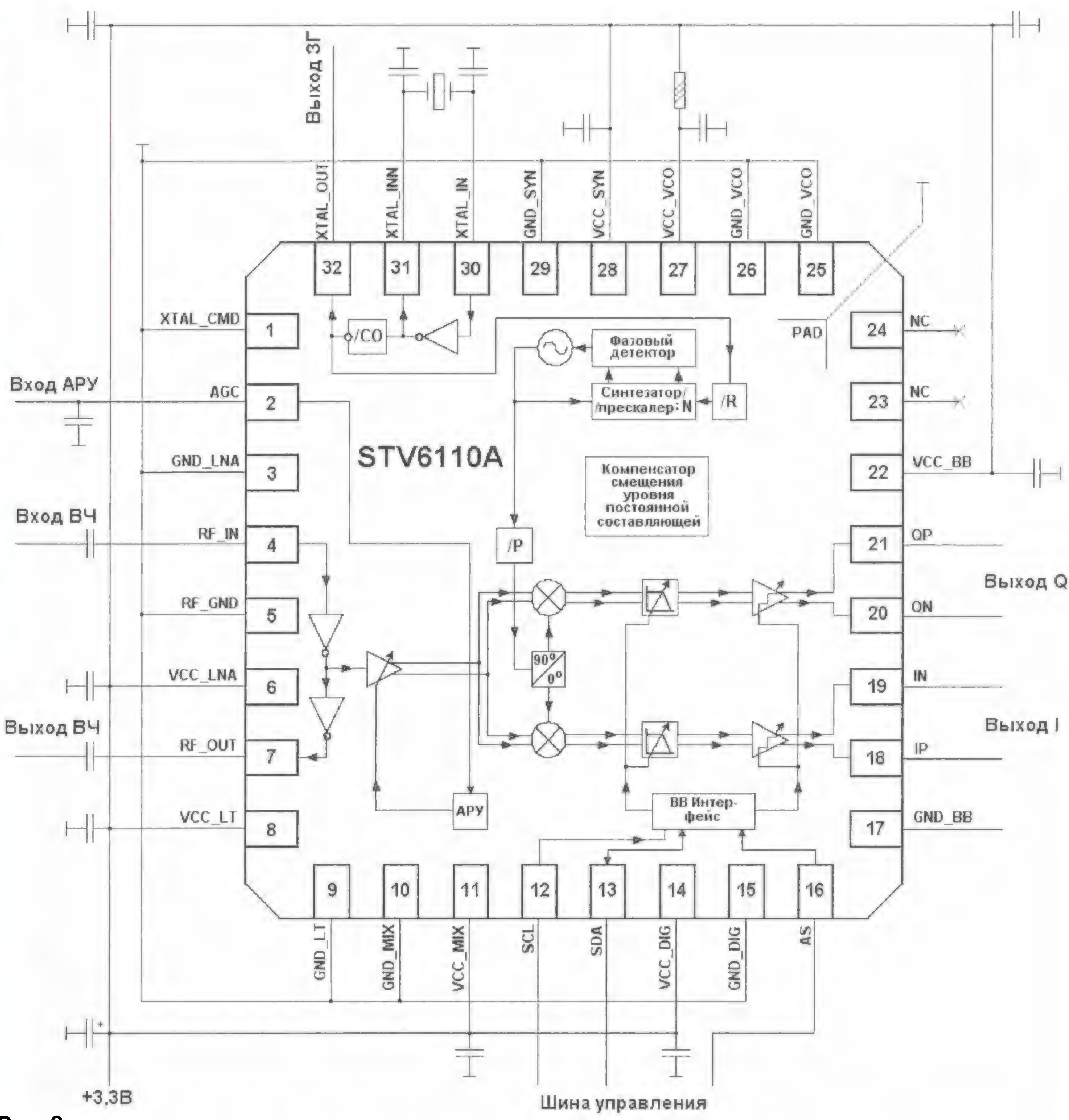


Рис. 3

Для связи AVC-декодера коре-модуля и процессора STi5119ALC использована технология клиент-сервер по принципу работы CAM-модулей. Устройство и работа коре-модуля будут описаны ниже. Скремблированный сигнал обрабатывается DES-дескремблером в микросхеме NP4+. При приёме FTA-программ роутер (маршрутизатор) потока в ней передаёт сигнал, как уже было указано, непосредственно на выход коре-модуля, в обход DES-дескремблера. В ресиверах имеется слот

ранее микросхема ИП562УД. Интерфейс имеет связь с дескремблером системы условного доступа DRE-CRYPT 2 в микросхеме NP4+.

С выхода коре-модуля TS-поток поступает на однокристальный декодер STi5119ALC. Сигнал TS обрабатывается согласно спецификации стандарта MPEG-2 ISO/IEC 13818. Процессор, кроме декодирования сигнала TS в сигналы изображения и звукового сопровождения принимаемого телевизионного канала, обеспечивает сервисные функции

Выделенные сжатые пакеты изображения и звука со скоростями до 15 Мбит/с декодируются в MPEG-декодере (MPEG-2 MP@ML ISO/IEC 13818). С выхода декодера цифровой несжатый видеосигнал в формате 4:3 или 16:9 (720 пкс на 576 строк при частоте полей 50 Гц) преобразуется DENC-кодером, а с него сигналы приходят на буферные выходные усилители и коммутатор, выполненные на микросхеме STV6419AG фирмы ST Microelectronics. Цифровой несжатый сигнал звукового

ВИДЕОТЕХНИКА
РАДИО®
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-83-05

сопровождения преобразуется встроенным двухканальным ЦАП и также поступает на микросхему STV6419AG.

На выходах ресиверов (разъёмы SCART) получают как композитные видеосигналы ПЦТВ, так и компонентные RGB и Y/C (S-Video). Сигналы звукового сопровождения также проходят на SCART-разъёмы. Помимо этого, сигналы звука в цифровом виде выводятся через оптический S-PDIF-выход. Внешний источник видеопрограмм подключают ко второму SCART-разъёму. Сигналы этого источника коммутируются с сигналами принимаемой ресивером видеопрограммы коммутатором в микросхеме STV6419AG.

Модификация ПО с хост-компьютера происходит через последовательный интерфейс RS-232. Преобразование уровней интерфейса в рабочие уровни процессора обеспечивает узел на дискретных элементах.

Ресиверы собраны на пяти печатных платах: основной, индикации, коре-модуля, картридера и источника питания. Принципиальная схема основной платы RedManul05Q_r0.01 изображена на **рис. 2** (она разделена на три части).

Сигнал ПЧ с внешнего конвертера проходит через входной F-разъём на компенсирующий затухание сигнала в кабеле снижения усилитель, собранный на СВЧ-транзисторе VT1. С выхода усилителя сигнал приходит на управляемый аттенюатор VD6, VT10, входящий в систему АРУ входного сигнала.

Напряжения питания (переключения поляризации конвертеров), сигналы переключения принимаемых поддиапазонов и сигналы системы DiSEqC, инжектируемые в кабель снижения, формирует линейный стабилизатор DA1. Они поданы на F-разъём через ФНЧ на микрополосковых линиях L1, L3, L4 и конденсаторах C53 (на плате не установлен), C55, C56 для поверхностного монтажа.

Далее входной сигнал через полосовой фильтр поступает на вход РЧ-преобразователя с нулевой ПЧ на микросхеме STV6110A (DD3). В основу демодулятора положена архитектура микросхемы STB6000 [4], выполненная по технологии RF-Magic фирмы Entropic communications.

Сначала была выпущена промежуточная версия STB6100, которая была выполнена в таком же корпусе, что и STB6000, имела такое же назначение выводов, но обладала улучшенными АЧХ и ФЧХ канала обработки РЧ-сигнала и пониженным шумом, вносимым гетеродином. Это позволило применить микросхему для обработки сигналов стандарта DVB-S2. Дальнейшее улучшение характеристик преобразователя, а также включение в него компенсирующего усилителя для подключения выхода LOOP привели к созданию микросхемы STV6110A.

Структурная схема РЧ-преобразователя STV6110A показана на **рис. 3**. Входной сигнал стандарта DVB-S или DVB-S2 в интервале частот 950...2150 МГц поступает на компенсирующий входной малошумящий усилитель LNA (Low Noise Amplifier) с несимметричным входом (75 Ом). Затем он разветвляется на второй компенсирующий усилитель (с переменным коэффициентом усиления и симметричным выходом) и буферный усилитель, к выходу которого подключён разъём LOOP (в рассматриваемом варианте такая функциональная возможность не использована). Коэффициент усиления усилителя с переменным коэффициентом усиления регулируется системой АРУ, входящей в состав демодулятора STV0903BAC, подключённого к выходу STV6110A (к выходу регулировки АРУ демодулятора подсоединён аттенюатор на элементах VD6, VT10).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Фёдоров В.** "Триколор ТВ" — общедоступное спутниковое телевидение. — Радио, 2013, № 3, с. 8—10.
2. **Фёдоров В.** Спутниковые ресиверы DRE(DRS)-4500. Устройство и ремонт. — Радио, 2015, № 4, с. 7—11; № 5, с. 12—17; № 6, с. 11—14; № 7, с. 7—11.
3. **Фёдоров В.** Стандарты цифрового телевидения первого поколения. — М.: ДМК Пресс, 2015.
4. **Фёдоров В.** Спутниковые ресиверы DRE-5000/5500, DRS-5001/5003 и GS-7300. Устройство и ремонт. — Радио, 2014, № 2, с. 8—13; № 3, с. 8—10; № 4, с. 7—11; № 5, с. 7—11.

(Продолжение следует)

МКУС в усилителях с интегральными микросхемами мощных УМЗЧ (универсальная структура)

А. ЛИТАВРИН, г. Березовский Кемеровской обл.

Автор предлагает варианты узлов высококачественных усилителей мощности с распространёнными интегральными микросхемами УМЗЧ (LM1875, LM3886 и TDA7293) в многоканальной усилительной структуре с применением высокоскоростных ОУ. Это позволило получить качественные характеристики усилителей, как и в сложных конструкциях на корпусных биполярных и полевых транзисторах, представленных автором в "Радио", 2015, № 10, 11.

В этой статье продолжена тема многоканальных усилительных структур (МКУС), в которых реализованы по максимуму определённые критерии отрицательной обратной связи (ООС). В целом она представляет собой логическое продолжение предыдущей публикации [1]. Здесь мы рассмотрим несколько версий "выносного" усилителя мощности (ВУМ) на основе мощных интегральных ОУ и специфику их применения в УМЗЧ с высокой линейностью амплитудной характеристики.

Как уже отмечалось в предыдущей публикации, параметры самой ООС в усилителях должны быть высокими и базироваться на предельных значениях критериев, только в этом случае ООС может подавить искажения усилителей до исчезающе малых значений. Однако в подавляющем большинстве усилителей весьма плохо реализованы эти предельные критерии ООС.

В усилителях на основе мощных интегральных ОУ выполнение этих критериев работы ООС наиболее проблематично. Причина — применение многокаскадных транзисторных структур и ограничение полосы частот каскадов, охватываемых обратной связью. Как следствие, в УМЗЧ на основе мощных интегральных ОУ время реакции петли ООС (ВРП ООС) получается весьма заметным, приводящим к многократному расширению спектра гармоник. Также весьма большим получается и коэффициент деления по петле ООС, который задаёт коэффициент передачи усилителя. Это существенно снижает точность и эффективность работы системы автоматического регулирования в таких усилителях.

Большое ВРП ООС в этих усилителях приводит к низким перегрузочным характеристикам самого УМЗЧ, причём в различные моменты периода сигнала это время может изменяться. Соответственно, и перегрузочные характеристики в разные моменты сигнала могут сильно различаться. Заметный негативный вклад в нестабильность ВРП ООС вносит несимметрия плеч выходного каскада мощного ОУ.

Следует отметить, что сама идея получения высококачественного усиления при однокристальном решении достаточно проблематична. Мощные импульсы тока и напряжения плохо соседствуют с малосигнальным входным каскадом, от которого и зависит точность выходного напряжения.

У большинства мощных интегральных ОУ исключена возможность применения стопроцентной ООС на ВЧ. Эта их особенность, даже при наличии внешних ВЧ-структур и одновременно низких перегрузочных характеристиках и весьма большом ВРП ООС, делает подобные усилители плохо управляемыми. Подача мощного ВЧ-импульса от управляющей ВЧ-структуры на вход мощного интегрального ОУ приводит к перегрузке его входного каскада, что

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 1

5R16, 5C2 – исключены

5VD1, 5VD2 BZV55C4V7

эквивалентно блокированию ООС и ведёт к её выключению, со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Однако возможно техническое решение, когда сигнал уже сформирован другим маломощным усилителем с соответствующими АЧХ и ФЧХ, который работает со своей стопроцентной ООС на ВЧ. Мощный интегральный ОУ лишь дополнительно усиливает (масштабирует) входной сигнал. В этом случае управляющая ВЧ-структура (главный канал [2]) в весьма небольших пределах "уточняет" сигнал на входе мощного интегрального ОУ. Другими словами, корректирующий сигнал, поступивший от внешней управляющей ВЧ-структуры на вход мощного интегрального ОУ, приходит существенно ослабленным.

При таком техническом решении ООС не может эффективно корректировать сигнал на выходе мощного интегрального ОУ и полностью устранить его недостатки. Это обусловлено глубинными проблемами самих мощных интегральных ОУ. Однако в этом варианте, если ООС не прерывается, возможна работа подобных усилителей в том случае, когда управляющая ВЧ-структура дополнительно корректирует мощный выходной сигнал.

Очень важно отметить, что полученный таким образом усилитель может обладать достаточно высокими параметрами ООС, т. е. иметь крайне малое ВРП ООС и допускать стопроцентную ООС на ВЧ. Подобный усилитель может быть применён как один из вариантов ВУМ для УМЗЧ, опубликованного ранее в [1]. Примером такого усилителя может служить схема, показанная на **рис. 1**.

Структурная схема усилителя, обозначим его как ВУМ3, состоит из главного канала на ОУ 5DA1, дополнительного корректирующего ВЧ-усилителя на ОУ 5DA4, мощного канала усиления на ОУ 5DA2 и 5DA3 (LM1875). Сумматор на выходе ВУМ3 объединяет сигналы, поступающие от ОУ 5DA1, 5DA3, 5DA4. В качестве главного канала применён радиочастотный ОУ [3, 4]. Это позволяет получить крайне малое время реакции петли ООС и её работу в широкой полосе частот (до 200 МГц). Сам усилитель ВУМ3 охвачен стопроцентной ООС на ВЧ.

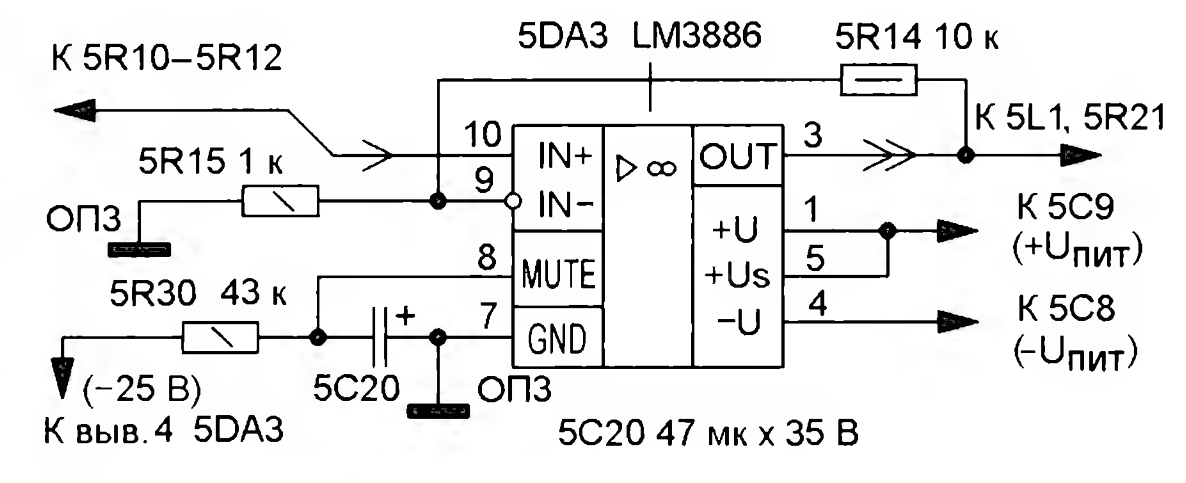


Рис. 2

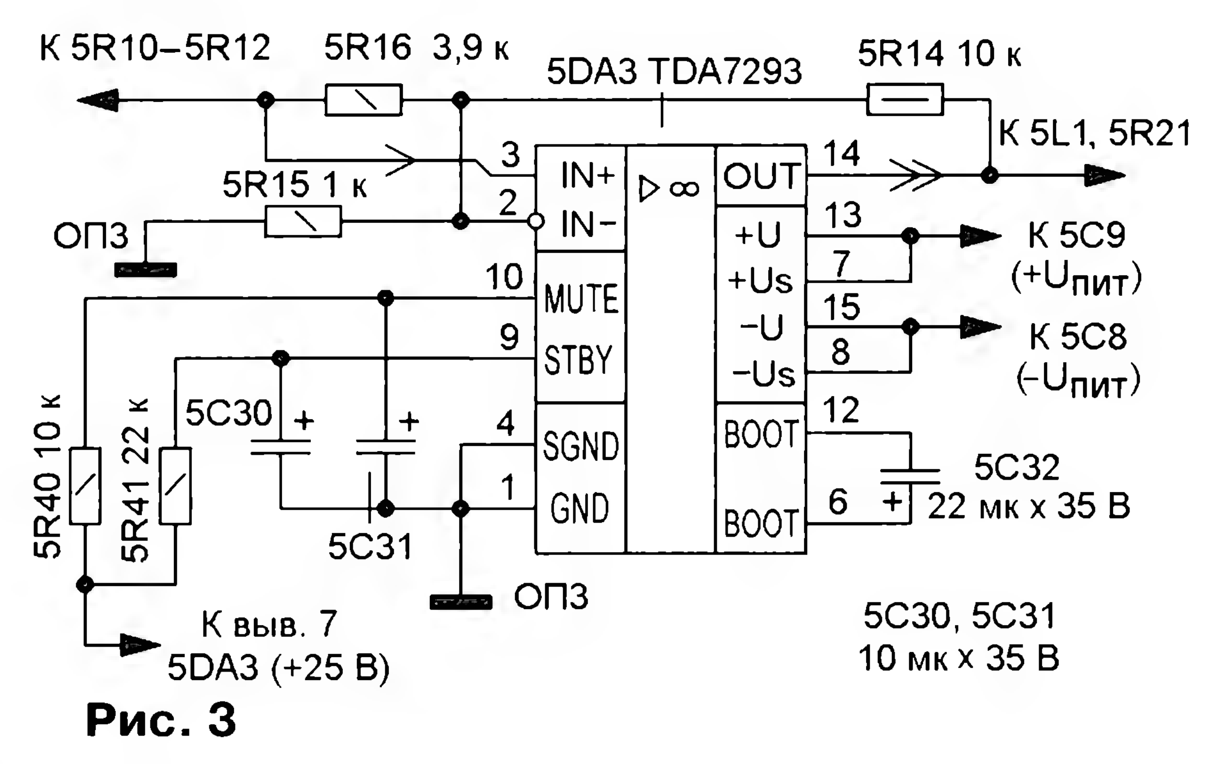


Рис. 3

Стрелки на рисунках указывают направление следования сигнала, причём маломощный сигнал показан одиночной стрелкой, а мощный — двойной. Внутренний выход усилителя ВУМ3 обозначен на схеме как контрольная точка (КТ1) с утолщением. Нумерация элементов в этом усилителе начинается с дополнительного цифрового префикса 5. Здесь отметим, что и в ранее опубликованных схемах блоков ВУМ1 и ВУМ2 (рис. 6 и 7 в [1]) есть префикс в нумерации элементов — соответственно 3 и 4. Отсутствие префикса в нумерации элементов означает, что эти элементы находятся в блоке прецизионного усилителя сигналов (ПУС) (см. рис. 5 в [1]).

Принцип работы ВУМ3 аналогичен работе блоков ВУМ1 и ВУМ2 (рис. 6, 7 в [1]). Главный канал (ОУ 5DA1) осуществляет замыкание петли ООС блока ВУМ3 через элементы 5C4 и 5C5, 5R5. Сигнал с выхода ОУ 5DA1 через элементы 5C4 и 5C5, 5R5 поступает на выход ВУМ3 в точку КТ1. Далее через

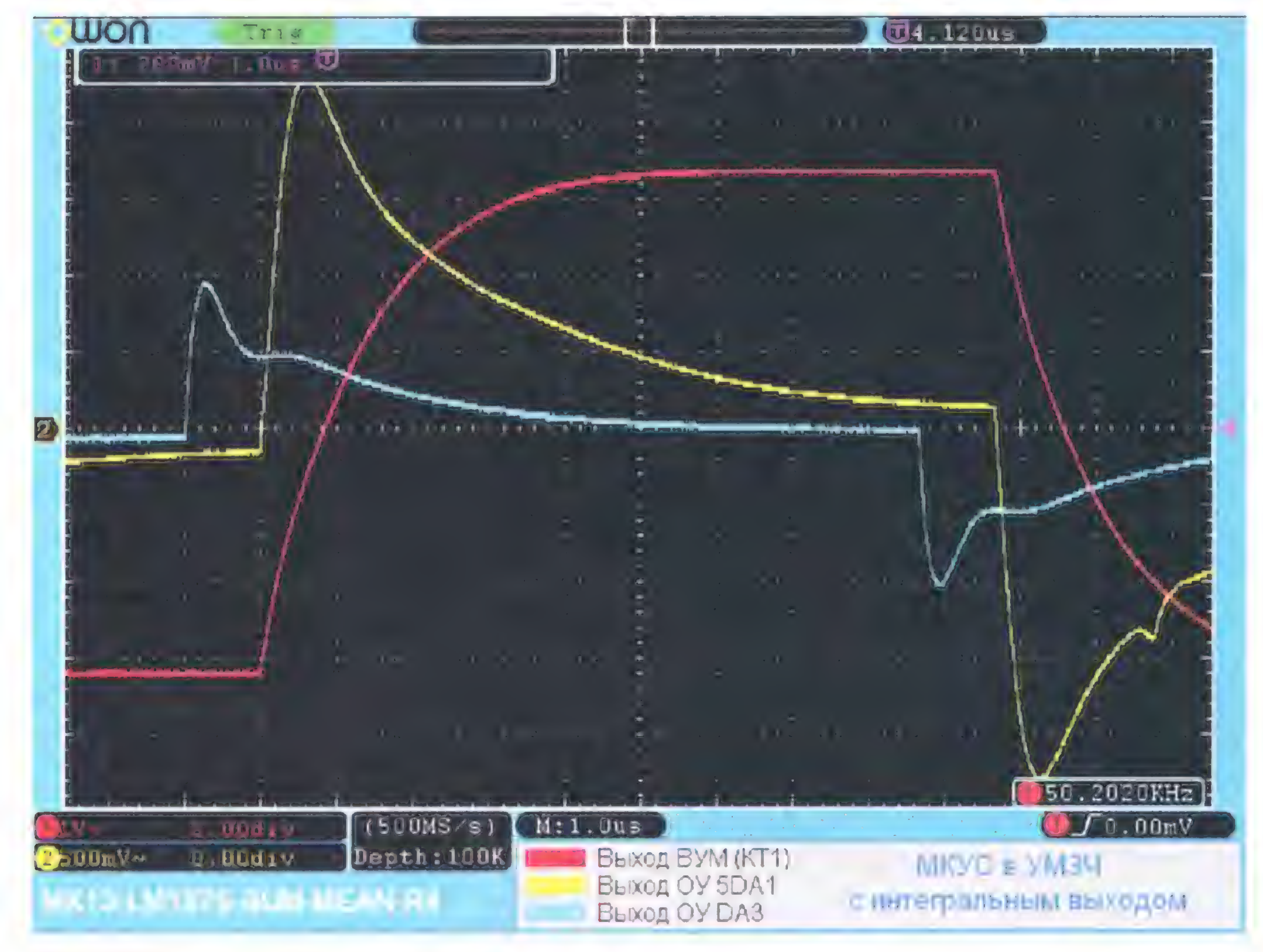


Рис. 4



Рис. 5

цепь ООС из элементов 5С3 и 5R7 сигнал возвращается на вход ОУ 5DA1; этим замыкается петля ООС на ВЧ (выше 50 МГц).

Одновременно сигнал с выхода ОУ 5DA1 приходит и на вход корректирующего ВЧ-усилителя (до 100 МГц) средней мощности на ОУ 5DA4, где резисторы 5R18, 5R19 задают его коэффициент передачи. Соответственно, главный канал на ОУ 5DA1 с помощью ОУ 5DA4 корректирует сигнал на выходе ВУМ3. То есть с выхода ОУ 5DA4 через катушку индуктивности 5L2 сигнал поступает на выход ВУМ3 в точку КТ1; этим замыкается петля ООС в полосе частот 200 кГц...50 МГц.

С выхода ОУ 5DA1 сигнал поступает также и на вход мощного ОУ 5DA3. Усилитель на ОУ 5DA2 формирует из входного сигнала с соответствующей АФЧХ и также подаёт его на вход мощного ОУ 5DA3. Сумматор—делитель 5R9—5R12 объединяет сигналы, поступившие от этих ОУ, и подаёт его на вход мощного ОУ 5DA3. Мощный усилитель на ОУ 5DA3 охвачен своей местной ООС, резисторы (5R14 / 5R15 + 1 = 11) задают его коэффициент передачи. С выхода ОУ 5DA3 через катушку 5L1 мощный низкочастотный (звуковой) сигнал поступает на выход ВУМ3 в точку КТ1; этим замыкается петля ООС на НЧ (ниже 200 кГц).

Основная часть сигнала на выходе мощного ОУ 5DA3 состоит в основном из сигнала, поступившего с выхода ОУ 5DA2. Общий коэффициент передачи в тракте мощного канала усиления на ОУ 5DA2 и ОУ 5DA3, с учётом уменьшения сигнала в сумматоре—делителе на резисторах 5R9—5R12, должен быть равен 5R7 / 5R6 = 5. То есть $(5R2 / 5R1) \times (1 / (1 + (5R10 / ((5R11 \times 5R12) / (5R11 + 5R12))))) \times (5R14 / 5R15 + 1) = 5R7 / 5R6$.

Главный канал на ОУ 5DA1 уточняет в очень небольших пределах сигнал на входе мощного ОУ 5DA3 ($5R11 \gg 5R10$). Это связано с необходимостью иметь в сумматоре—делителе на 5R9—5R12 достаточно большой коэффициент деления (ослабления) сигнала, который приходит с выхода ОУ 5DA1. В целом этот коэффициент деления приблизительно равен коэффициенту деления по петле ООС (он же и коэффициент передачи) мощного ОУ 5DA3, 5R14 / 5R15 + 1 = 11. То есть $5R11 / ((5R10 \times 5R12) / (5R10 + 5R12)) = 5R14 / 5R15$.

Это означает, что суммарный коэффициент передачи тракта (от выхода ОУ 5DA1 до выхода мощного ОУ 5DA3) меньше или равен 1. А коэффициент передачи тракта от выхода ОУ 5DA1 до выхода корректирующего ВЧ-усилителя на ОУ 5DA4 равен 2,5. Соответственно, главный канал на ОУ 5DA1 обладает приоритетом (2,5 > 1) и может эффективно корректировать (уточнять) сигнал на выходе ВУМ3 (в точке КТ1), особенно в области частот, где качество усиления ОУ 5DA3 крайне низкое.

Однако это верно только в том случае, если усилитель работает в линейном режиме. Если же усилитель работает в режиме возбуждения или ограничения, то это эквивалентно резкому увеличению усиления ($K_у \gg 1$) в тракте мощного канала усиления. Как следствие, главный канал на ОУ 5DA1 не будет обладать существенным приоритетом и не сможет эффективно корректировать (уточнять) сигнал на выходе ВУМ3.

Приоритет главного канала на замыкание петли ООС во многом зависит от коэффициента передачи усилителя на ОУ 5DA4 (5R18 / 5R19 + 1 = 2,5). Понятно, что чем больше коэффициент передачи, ёмкость конденсаторов 5С6 и 5С7 и меньше сопротивление резистора 5R20, тем лучше и эффективней главный канал может корректировать (уточнять) сигнал на выходе ВУМ3. Но это увеличивает выходное напряжение и ток, что, в свою очередь, требует существенного увеличения выходной мощности ОУ.

Совершенно ясно и то, что при наличии достаточно высоких технических характеристик мощного ОУ 5DA3 можно было бы здесь вообще обойтись без дополнительного корректирующего ВЧ-усилителя, как, например, в ВУМ1 и ВУМ2 (рис. 6, 7 в [1]).

Итак, мы получили усилитель, который обладает достаточно высокими параметрами ООС: он имеет крайне малое ВРП ООС и работает под управлением стопроцентной ООС на ВЧ. Одновременно с этим в усилителе отсутствует стопроцентная ООС на звуковых частотах, а прецизионность ООС явно низкая, что обусловлено большим уровнем сигнала на выходе ОУ 5DA1, и

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

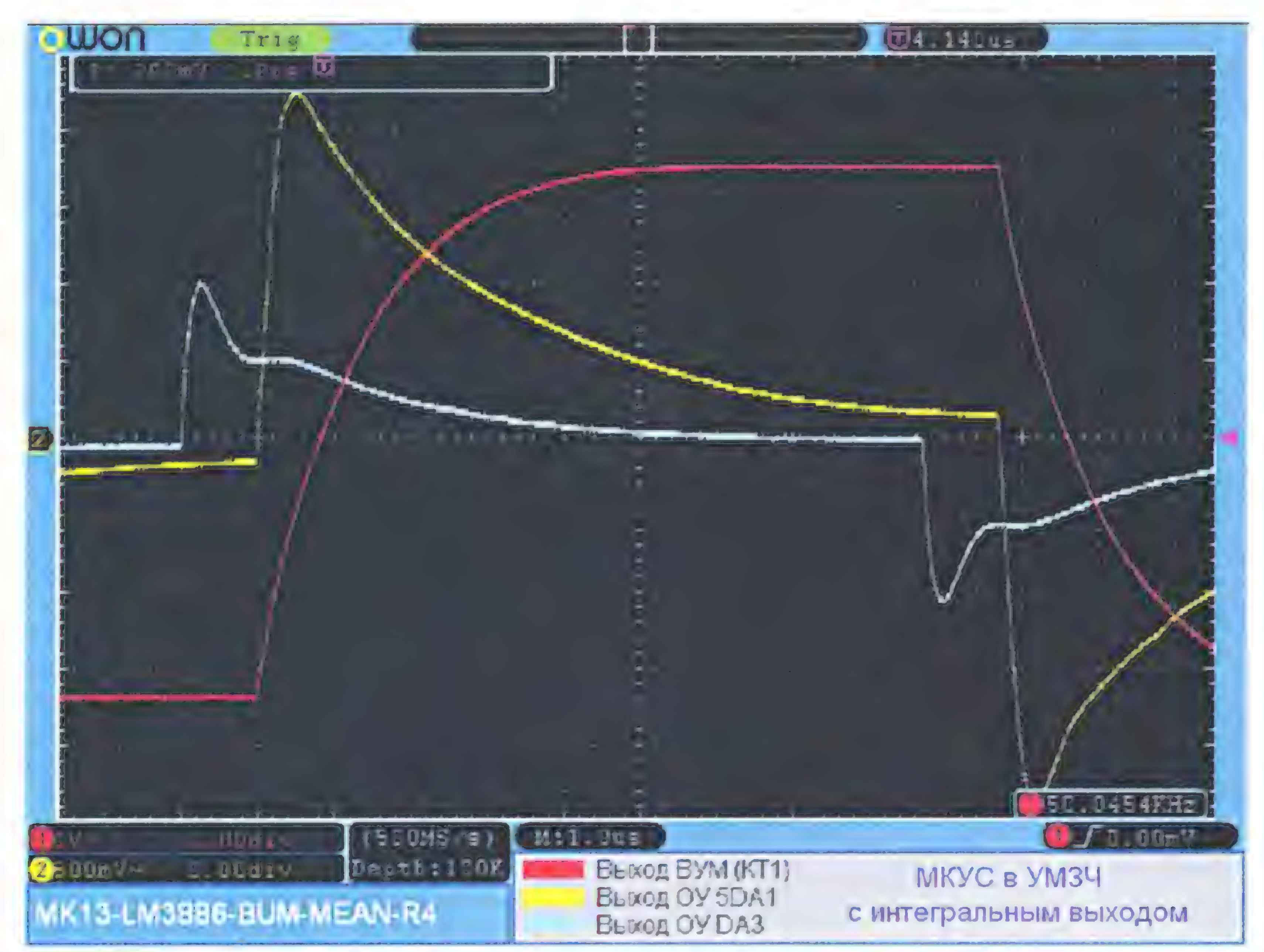


Рис. 6

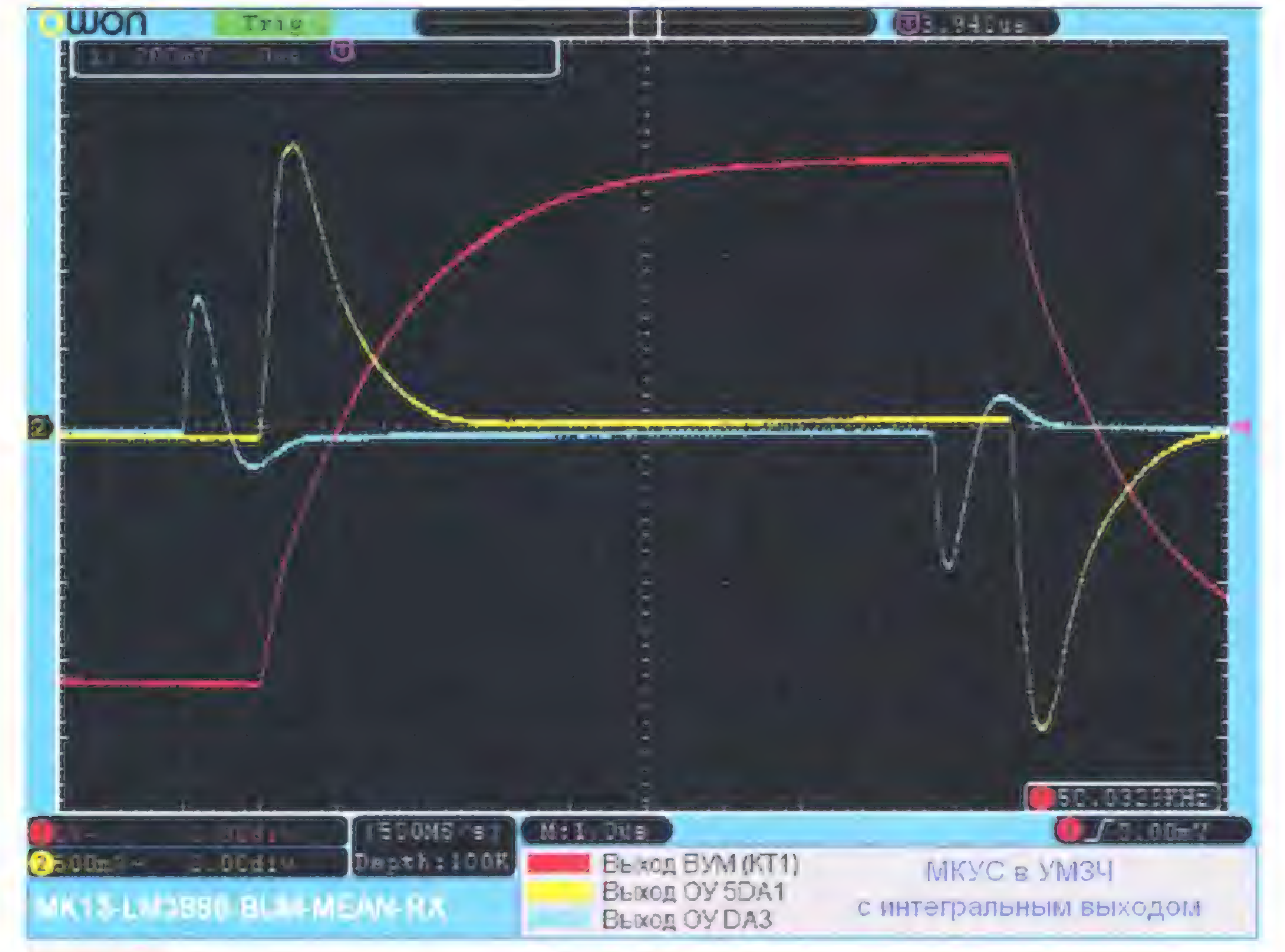


Рис. 7

общий запас усиления в петле ООС относительно мал.

Крайне малое ВРП ООС при стопроцентной ООС на ВЧ позволяет применить подобный усилитель как один из вариантов внешнего усилителя мощности (ВУМ3), т. е. как мощный усилительный канал в УМЗЧ ([1], рис. 5). В нём главный канал на ОУ DA3 замыкает петлю ООС на ВЧ, контролируя сигнал на выходе УМЗЧ, в точке КТ2, и одновременно управляет блоком ВУМ3. Прецизионный усилитель на ОУ DA4 окончательно формирует (уточняет) выходной сигнал УМЗЧ (в точке КТ2) исходя из критерия своей прецизионной стопроцентной (как на ВЧ, так и на НЧ) общей ООС.

Каждый из ОУ DA4, DA3 и 5DA1 "стабилизирует" сигнал в точке подключения своей ООС, обладая усилением в 70 дБ на частоте 20 кГц. Соответственно, общий коэффициент усиления в петлях ООС, с учётом трёх радиочастотных ОУ и мощного интегрального ОУ 5DA3, составит 3 × 70 + 40 = 250 дБ.

Усилители в блоках ПУС (рис. 5 в [1]) и ВУМ3 должны иметь идентичные коэффициенты передачи, причём с учётом усиления предварительного усилителя общее усиление должно быть равно $K_{ус\ УМЗЧ}$. Соответственно, для блока ВУМ3 получаем (R17 / ((R15 × R16) / / (R15 + R16))) × (5R7 / (R31 + 5R6)) = = $K_{ус\ УМЗЧ}$ = R33 / 2R10. В этих формулах отношение R17 / ((R15 × R16) / (R15 + R16)) задаёт коэффициент передачи (усиление) предварительного усилителя (ОУ DA1 и ОУ DA2) в блоке ПУС.

Частоты среза петли ООС (блок ВУМ3) и ООС (блок ПУС) должны быть равны, т. е. R33·C17 = R30·C16 = = 5R7·5C3 = 5R2 5C1. Соответственно, частота среза УМЗЧ $F_{среза}$ = 1 / (2π·R33· ·C17) = 100 кГц.

Подложка (Thermal pad) микросхемы THS6012 [5] корректирующего усилителя на ОУ 5DA4 должна быть припаяна к плате или к теплоотводу. В качестве альтернативы усилителя на THS6012 (ОУ 5DA4) допустимо применить ОУ AD815, обладающий сходными техническими характеристиками.

Как и в предыдущих версиях выносных усилителей мощности ВУМ1 и ВУМ2 (рис. 6, 7 в [1]), усилитель ВУМ3 имеет два входа: основной вход (инвертирующий) и уточняющий вход (неинвертирующий). Однако на схеме имеются как бы три входа: от одного источника с выхода DA2 (рис. 5 в [1]) подаётся идентичный сигнал на левые выводы резисторов 5R1 и 5R6 через разные дополнительные резисторы R31 и R32.

Безусловно, усилитель, схема которого представлена на рис. 1, может работать и без дополнительной управляющей структуры в виде блока ПУС. В этом случае сигнал следует подать в точку соединения левых выводов резисторов 5R1 и 5R6 (Вход 1). Левый вывод резистора 5R3 (Вход 2) при этом следует соединить с ОП3.

Мощный интегральный ОУ 5DA3 включён по типовой схеме (стандартного) масштабирующего усилителя. Соответственно, в этом качестве вместо LM1875 [6] могут быть применены и другие мощные ОУ, как интегральные, так и транзисторные. Здесь весьма важно, чтобы усилитель обладал высоким быстродействием, т. е. обладал малым ВРП ООС и корректно работал при малом коэффициенте деления в петле ООС.

На **рис. 2** и **3** приведены схемы мощных интегральных ОУ (микросхемы LM3886 [7] и TDA7293 [8]) с учётом их дополнительных цепей. Эти микросхемы более мощные и допускают большее напряжение питания при нагрузке сопротивлением 4 Ом. В схеме с TDA7293 имеется дополнительный резистор 5R16, который включён между входами микросхемы, этим снижается внутрипетлевое усиление. Цепь местной ООС (5R14 / 5R15) во всех трёх вариантах идентична. В этой статье в новых вариантах узла ВУМ3 позиционные обозначения элементов, использованные только в заменяемых узлах ВУМ1, ВУМ2, пропущены.

К сожалению, многие массовые мощные интегральные микросхемы УМЗЧ подделывают просто в гигантских масштабах. Например, у меня из трёх микросхем TDA2050 с разной маркировкой две отказались должным образом работать при $K_{ус}$ = 10. Это не позволяет рекомендовать микросхему для такого УМЗЧ, хотя её применение не исключается.

В некоторых микросхемах с маркировкой LM1875 обнаружился просто сказочный дефект. Входной импульсный сигнал переводит ОУ в триггерный

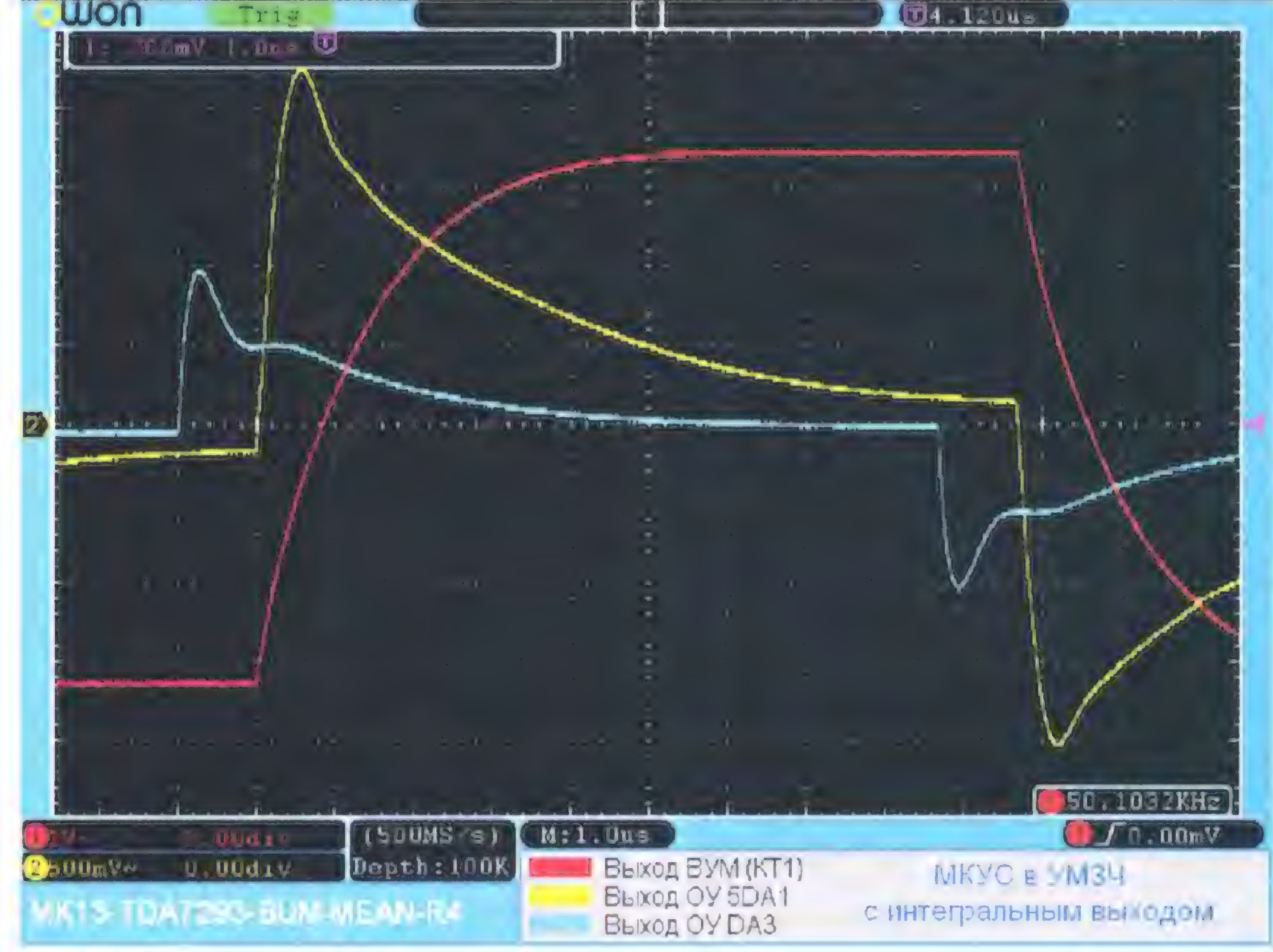


Рис. 8



Рис. 9

режим с появлением на выходе ОУ напряжения питания. Ну, и далее — несколько "приятных" моментов, связанных с этим.

Понятно, что качественная маркировка, например лазерная, не является стопроцентной гарантией качественных характеристик и панацеей, но вселяет некоторую надежду. Здесь также следует отметить, что микросхемы LM3886 и TDA7293 подделывают намного меньше из-за их специфичного корпуса.

В качестве двухполярного источника питания +/–9 В может быть применён любой достаточно качественный источник питания. Элементы фильтров питания (см. рис. 1) показаны как бы отдельно и расположены справа от основной схемы. В реальности конденсаторы 5C12—5C17 расположены в непосредственной близости от соответствующих ОУ. Это же относится и к конденсаторам 5C8—5C11.

Двухполярное напряжение питания мощного выходного каскада может быть в пределах +/–20...30 В. Выходная мощность усилителя при этом составит 40... 80 Вт соответственно. Рекомендуемые значения напряжения питания при нагрузке сопротивлением 4 Ом для LM1875, LM3886 и TDA7293 соответственно равны +/–20 В, +/–26 В и +/–28 В (см. рис. 1).

Все катушки индуктивности в блоках ПУС и ВУМ (L1; L2; L3; 3L1; 4L1; 5L1) идентичны, их описание и конструкция описаны в [1]. Катушка индуктивности 5L2 служит для увеличения выходного сопротивления корректирующего ВЧ-усилителя на ОУ 5DA4 на частотах выше 10 МГц. В простейшем случае её может заменить ферритовая бусина, надетая на перемычку.

Результаты измерений собранных УМЗЧ с универсальной МКУС представлены осциллограммами на **рис. 4—11**, полученными на основе скринов (фото) с осциллографа OWON DS7102V. Сокращённые обозначения в названии конкретного графического файла характеризуют соответствующий режим измерений. Так, MK13 — версия усилителя; обозначение LM1875, LM3886, TDA7293 указывает на тип микросхемы в выходном каскаде измеряемого усилителя; обозначения PUS или BUM характеризуют измерения в блоке ПУС или ВУМ. Обозначения SIN или MEAN соответствуют режиму измерений с синусоидальным сигналом (20 кГц) или сигналом типа меандр (50 кГц). Обозначения RX или R4 в конце файла указывают режим измерений УМЗЧ без нагрузки (RX) или с подключённой нагрузкой сопротивлением 4 Ом (R4).

Следует отметить, что для лучшего отображения при измерениях с сигналом типа меандр один из лучей (сине-голубой) смещён на одно деление вперёд (влево), а его параметры указаны в левом верхнем углу. В общем случае методика измерений почти идентична приведённой в [1]. Соответственно, весьма удобно сравнить показанные осциллограммы с аналогичными из [1], причём наиболее информативны осциллограммы с сигналом меандр, которые здесь и представлены.

Заметим, что уровень сигнала на выходе главного канала ВУМ3 (ОУ 5DA1) существенно больше уровня сигнала на выходе главного канала ВУМ1 (ОУ 3DA1) и на выходе главного канала ВУМ2 (ОУ 4DA1). Это свидетельствует о том, что качество работы выходных каскадов усилителей на основе мощных интегральных ОУ в целом ниже по отношению к качеству работы выходных каскадов усилителей, собранных на дискретной элементной базе [1].

Сигнал на выходе главного канала ВУМ3 (ОУ 5DA1) характеризует качество сигнала в точке КТ1 (см. осциллограммы жёлтого цвета в файлах MK13-LM1875-BUM-MEAN-R4, MK13-LM1875-BUM-MEAN-RX — рис. 4, 5). На этих осциллограммах явно присутствуют артефакты (искажения на сигнале минусовой полярности), которые свидетельствуют о неточности работы выходного каскада микросхемы. Осциллограммы для микросхем LM3886, TDA7293 оказались весьма близкими по форме, поэтому здесь показаны лишь для одной из них.

Сигнал на выходе главного канала ПУС (ОУ DA3) характеризует качество сигнала в точке КТ1 (см. осциллограммы голубого цвета в этих же файлах). Уровень сигнала на выходе ОУ DA3 намного меньше уровня сигнала на выходе ОУ 5DA1, и при этом он более линеен. Это означает, что сигнал на

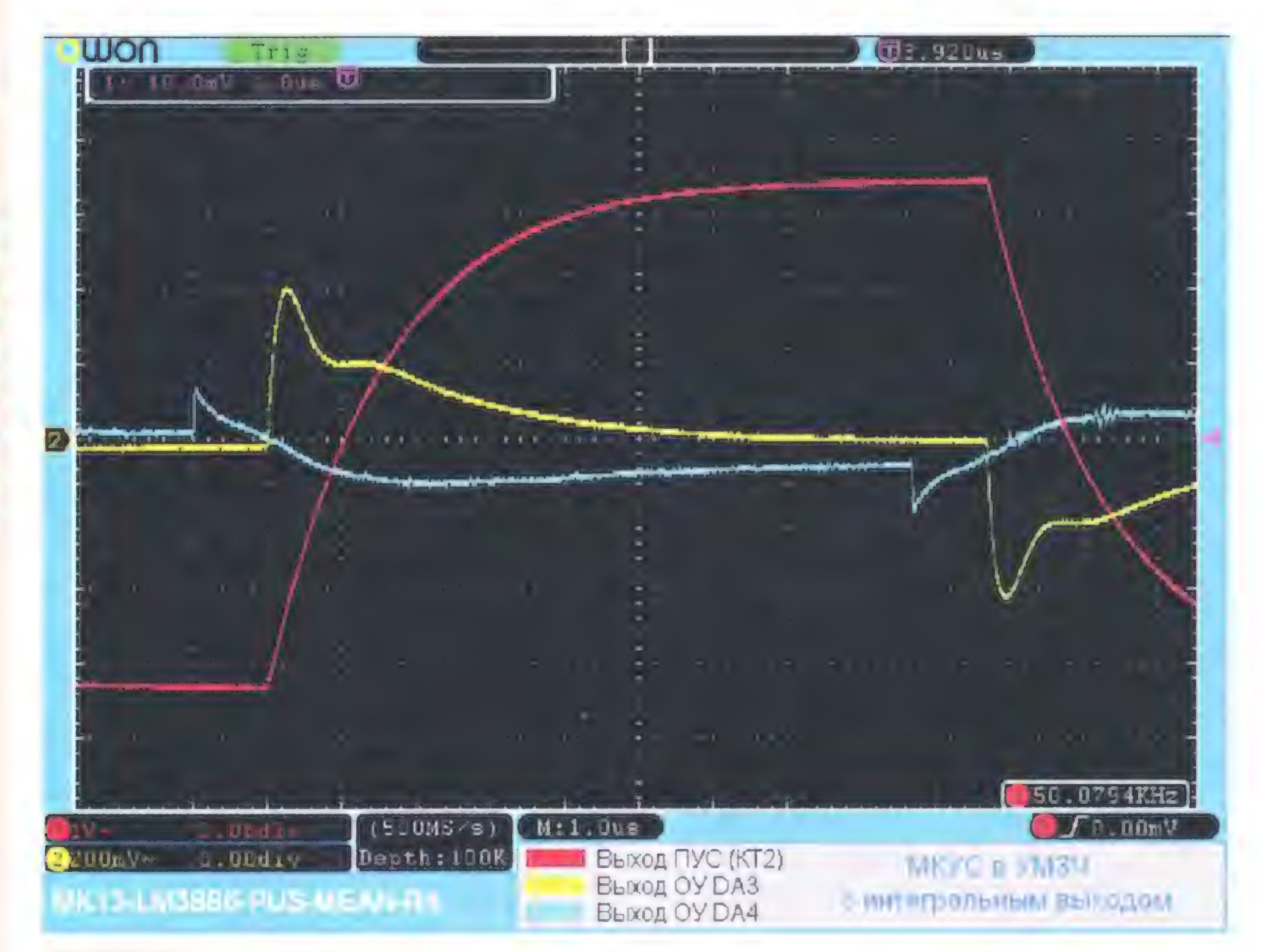


Рис. 10

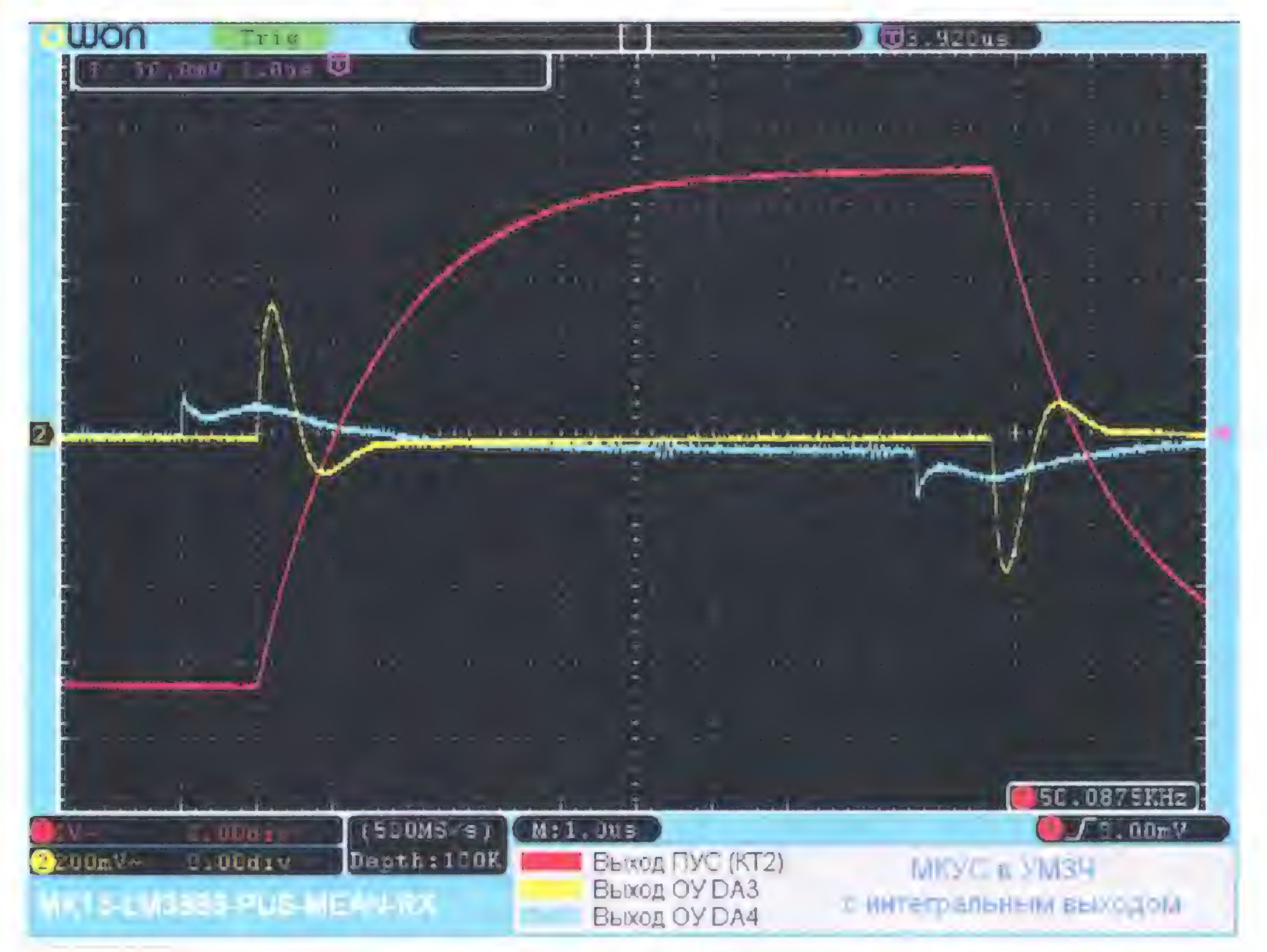


Рис. 11

выходе УМЗЧ (в точке КТ2) обладает намного большей линейностью по отношению к сигналу в точке КТ1. Важно отметить, что уровень сигнала на выходе прецизионного усилителя на ОУ DA4 весьма мал (на всех осциллограммах с обозначением PUS) и не зависит от режима измерений.

Таким образом, можно сделать обобщающий вывод, что в УМЗЧ на основе многоканальных, многоядерных усилительных структур со стопроцентной гиперглубокой ООС качественные характеристики мощного выходного каскада не играют ключевой роли в характеристиках самого УМЗЧ. Варианты усилителя с данной структурой, но с другими мощными выходными каскадами, могут быть весьма разнообразными и неожиданными. Об этом в следующей статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Литаврин А.** МКУС в УМЗЧ с биполярными и полевыми транзисторами (универсальная структура). — Радио, 2015, № 10, с. 12—16; № 11, с. 7—9.

2. **Литаврин А.** МКУС в УМЗЧ с гиперглубокой ООС. — Радио, 2013, № 9, с. 8—12; № 10, с. 15—19; № 11, с. 8—10.

3. AD8055. — URL: **http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD8055_8056.pdf** (2.10.15).

4. AD8065. — URL: **http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD8065_8066.pdf** (2.10.15).

5. THS6012. — URL: **http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ths6012.pdf** (11.12.15).

6. LM1875. — URL: **http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm1875.pdf** (11.12.15).

7. LM3886. — URL: **http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm3886.pdf** (11.12.15).

8. TDA7293. — URL: **http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/datasheet/CD00001887.pdf** (11.12.15).

***От редакции**. Полный комплект файлов осциллограмм для УМЗЧ с МКУС на микросхемах LM1875, LM3886, TDA7293 размещён по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/04/mkus_um.zip** на нашем FTP-сервере.*

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

БАРНАУЛ. Филиал РТРС "Алтайский КРТПЦ" завершил монтажные работы и провёл измерения качественных показателей передающего оборудования радиостанции "Радио России" в г. Барнауле. Вещание радиопрограммы начнётся в ближайшее время на частоте 103,4 МГц. Начало трансляции на этой частоте связано с плановым переходом радиостанций из радиовещательного УКВ-диапазона стандарта OIRT (65,9... 74 МГц) в УКВ-диапазон стандарта CCIR (87,5...108 МГц) (источник — URL: **http://altai.rtrs.ru/news/read/383/** (25.02.16)).

Алтайский радиотелецентр РТРС уже завершил монтаж оборудования радиостанции "Радио России" и в с. Красногорском. Охват населения радиосигналом превысит 6 тыс. жителей, частота вещания — 106,8 МГц.

ВОЛОГДА. Филиал РТРС "Вологодский ОРТПЦ" разместил на станции "Вологда" оборудование для трансляции радиостанции "Серебряный Дождь" в областном центре. Вещание начнётся в ближайшее время на частоте 105,3 МГц. Радиопередачи станут доступны для 420 тыс. жителей Вологды и её окрестностей. Сейчас на частоте радиостанции можно услышать звуковую заставку, имитирующую шум дождя и раскаты грома (источник — URL: **http://vologda.rtrs.ru/news/read/447** (25.02.16)).

1 февраля в г. Вологде началось вещание радиостанции "Радио 10/69". Ровно в полночь по местному времени на частоте 106,9 МГц впервые зазвучал музыкальный джингл станции. Кредо "Радио 10/69" — взрослая, интеллектуальная музыка, которая не теряет актуальности во все времена, а также качественные информационные программы с акцентом на деловые новости. Сайт радиостанции <**http://radio1069.ru**> (источник — URL: **http://www.severinform.ru/index.php?page=newsfull&date=01-02-2016&newsid=239779** (25.02.16)).

Уже с 25 февраля в г. Вологде на частоте 102,3 МГц можно слушать программы радиостанции "Маяк". Программы ГТРК "Вологда" на "Маяке" звучат в десятиминутных отрезках в конце каждого часа начиная с 7.50 до 18.50 (время местное). Первый региональный выпуск новостей из новой студии выйдет в эфир в понедельник 29 февраля (источник — URL: **http://www.cherinfo.ru/news/79322** (25.02.16)).

1 февраля "Вологодский ОРТПЦ" включил трансляцию радиостанции "Юмор FM". Приём передач на частоте 106,5 МГц возможен не только в г. Вологде, но и в Вологодском, Грязовецком, Междуреченском, Сокольском и Усть-Кубинском районах области на удалении до 50 км от радиопередающей станции (источник — URL: **http://vologda.rtrn.ru/news/read/446/** (25.02.16)).

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

ИРКУТСК. 2 февраля началось вещание радиостанции "Искатель" на частоте 103,1 МГц. "Искатель" ставит своей целью собрать вместе всех искателей: искателей славы, географических открытий, знаний, побед и т. п. В эфире звучат программы об известных россиянах и любимые старые песни (источник — URL: **https://radioiskatel.ru/news/radio-iskatel-rasshiryaet-svoi-granicy** (25.02.16)).

ЙОШКАР-ОЛА. 1 февраля филиал РТРС "РТПЦ Республики Марий Эл" начал вещание "Радио России" + ГТРК "Марий Эл" в г. Йошкар-Оле. Трансляция ведётся на частоте 106 МГц в стереорежиме, мощность передатчика — 1 кВт. Одновременно в столице республики прекращена трансляция "Радио России" на прежней частоте 70,34 МГц.

Вещание на частоте 106 МГц происходит только в г. Йошкар-Оле. Изменений на остальной территории не планируется. Как и прежде, в УКВ-диапазоне OIRT продолжат работать передатчики в пос. Советском, городах Волжске, Козьмодемьянске и Звенигово, что позволяет охватить всю республику.

ГТРК "Марий Эл" производит и региональное вещание. Местные программы выходят по будням с 07.00 до 08.00, с 13.00 до 14.00 и с 18.00 до 19.00. По субботам — с 10.00 до 11.00, по воскресеньям — с 08.00 до 09.00 и с 10.00 до 11.00 (время везде указано местное). Собственные часы вещания включают программы на русском и марийском языках (источник — URL: **http://www.marimedia.ru/news/yola/item/48757/** (25.02.16)).

КРЫМ. Радиостанция "Ватан седасы" ("Эхо родины") будет вещать в городах Симферополе, Керчи, Феодосии и Ялте. Радиостанция ещё в прошлом году получила российскую регистрацию. В частности, "Ватан седасы" будет работать в Керчи на частоте 91,2 МГц, в Симферополе — на частоте 99,5 МГц, в Феодосии — на частоте 107,3 МГц, в Ялте — на частоте 98,5 МГц (источник — URL: **http://rusplt.ru/region-news/crimea/kryimskotatarskaya-radiostantsiya-budet-veschat-v-krupneyshih-gorodah-kryima-516495/** (25.02.16)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. 1 февраля филиал РТРС "Нижегородский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио России" в г. Арзамасе на частоте 106,6 МГц. В марте в г. Нижнем Новгороде планируется начать трансляцию радиостанций "Радио России" и "Маяк" и в УКВ-диапазоне CCIR (источник — URL: **http://nnovgorod.rtrs.ru/news/read/417/** (25.02.16)).

НОВОСИБИРСК. 1 февраля филиал РТРС "Сибирский РЦ" начал трансляцию радиостанции "Маяк" в г. Новосибирске на частоте 93,8 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт. Трансляция этой радиопрограммы на частоте 69,26 МГц прекращена (источник — URL: **http://novosibirsk.rtrn.ru/news/read/354/** (25.02.16)).

ОРЁЛ. 1 февраля филиал РТРС "Орловский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Маяк" на частоте 99,2 МГц, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://orel.rtrs.ru/news/read/52/** (25.02.16)).

ПЕНЗА. "Радио 7 на семи холмах" признано победителем очередного конкурса Федеральной конкурсной комиссии по телерадиовещанию, который состоялся 27 января. Станция получила право на вещание в г. Пензе на частоте 100,1 МГц (источник — URL: **http://emg.fm/news/101** (25.02.16)). На частоте 96 МГц начала работу радиостанция "Вести FM" (источник — URL: **http://www.pravda-news.ru/topic/65099.html** (25.02.16)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. К региональной сети вещания "Love Radio" присоединился город Чайковский Пермского края, частота вещания — 88,7 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/3164.htm** (25.02.16)).

ПСКОВСКАЯ ОБЛ. 1 февраля филиал РТРС "Псковский ОРТПЦ" начал вещание "Радио России" в г. Великие Луки в УКВ-диапазоне CCIR. Радиостанция транслируется ежедневно с 02.00 до 21.00 на частоте 103,8 МГц, мощность передатчика — 1 кВт. Трансляция радиопрограммы со станции "Великие Луки" на частоте 67,25 МГц прекращена. Радиослушатели Великих Лук и Великолукского района по-прежнему могут принимать программу "Радио России" ещё на одной частоте — 67,94 МГц со станции "Новосокольники" (источник — URL: **http://pskov.rtrn.ru/news/read/139/** (25.02.16)).

РЯЗАНЬ. 1 февраля филиал РТРС "Рязанский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Новое радио" в г. Рязани на частоте 104,5 МГц, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://ryazan.rtrs.ru/news/read/159/** (25.02.16)).

1 февраля по решению вещателя прекращена трансляция радиостанции "Маяк" на частоте 71,39 МГц в г. Рязани. Радиопрограмма доступна на частоте 99,1 МГц (источник — URL: **http://ryazan.rtrs.ru/news/read/160/** (25.02.16)).

Таблица 1

Радиостанция	Частота, МГц
"Радио Звезда"	95,7
"Дети FM"	96,1
"Радио Дача"	96,5
"Радио День"	96,9
"Радио Маяк"	99,1
"Юмор FM"	100,7
"Дорожное радио"	101,5
"Авторадио"	102
"Радио Вера"	102,5
"Европа плюс"	103,2
"Радио Энерджи" (NRJ)	104,1
"Новое радио"	104,5
"Радио 7"	105
"Ретро FM"	105,4
"Радио Шансон"	105,9
"Радио Мир"	106,3
"Радио для друзей"	106,7
"Радио ОК"	107,2
"Русское радио"	107,9

Перечень радиостанций, вещающих в УКВ-диапазоне CCIR в г. Рязани (по состоянию на 22.02.2016) приведён в **табл. 1**.

В УКВ-диапазоне OIRT на частоте 69,32 МГц в г. Рязани осталось только "Радио России" с врезками местной ГТРК "Ока".

САМАРСКАЯ ОБЛ. С 1 февраля в г. Тольятти на частоте 106,4 МГц начало вещание "Новое радио". Радиостанция "Маяк", ранее работавшая на этой частоте, переместилась на новую — 90,8 МГц.

Впервые с 2009 г. в г. Самаре на частоте 92,9 МГц снова услышали "Наше радио", радиостанция возвращается в эфир после семилетнего перерыва. Радиостанция работала в областном центре на частоте 102,1 МГц с мая 2000 г. по март 2009 г. Затем её сменило "Радио Дача". Официальной причиной предыдущего ухода радиостанции была низкая рентабельность. В начале 2015 г. представители "Нашего радио" официально заявили, что вновь возвращаются в Самару. Пока радиопрограмма идёт в тестовом режиме, поэтому сигнал нестабилен и может прерываться. На радиостанции заявляют, что все технические проблемы должны быть решены до 28 августа, с этой даты радиостанция приступит к вещанию в г. Самаре в полном объёме (источник — URL: **http://runews24.ru/samara/10/02/2016/13a0a5d9c209357cf064f9fa01a8da48** (25.02.16)).

С 1 февраля в г. Самаре на частоте 91,5 МГц зазвучала радиостанция "Страна FM".

САРАНСК. Филиал РТРС "РТПЦ Республики Мордовия" завершил монтаж оборудования для трансляции радиостанции "Вести FM" в г. Саранске. Вещание начнётся после оформления разрешительной документации. Частота вещания — 90,6 МГц (источник — URL: **http://moris.rtrs.ru/news/read/106/** (25.02.16)).

САРАТОВ. 15 февраля радиостанция "Comedy Radio" зазвучала в г. Саратове на частоте 90,2 МГц, заменив ранее транслировавшееся на этой частоте "Радио Романтика" (источник — URL: **http://www.vkpm.ru/?an=news-page&uid=102285** (25.02.16)).

Перечень радиостанций, вещающих в г. Саратове в УКВ-диапазоне (по состоянию на 22.02.2016), приведён в **табл. 2**. Все передатчики — мощностью 1 кВт, за исключением выделенного полужирным шрифтом, его мощность — 700 Вт.

СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ. Радиостанция "Наше радио" 16 февраля начала вещание в г. Кисловодске Ставропольского края на частоте 105 МГц.

ТАТАРСТАН. 5 февраля в полночь по местному времени по решению вещателя филиал РТРС "РТПЦ Республики Татарстан" прекратил трансляцию радиостанции "Радио России" на частоте 68,48 МГц в г. Казани. Станция теперь доступна на частоте 99,2 МГц (источник — URL: **http://tatariya.rtrs.ru/news/read/271/** (25.02.16)).

Казанские радиослушатели не обнаружили радиостанцию "Маяк" на привычной частоте 101,3 МГц. Радиостанция сменила частоту, и теперь её можно слушать на частоте 93,9 МГц. Предыдущую частоту, как и планировалось ранее, заняло "Новое радио". По формату это аналог "Русского радио" — в эфире звучат только российская музыка и песни (источник — URL: **http://e-kazan.ru/news/show/22384.htm** (25.02.16)).

Началась трансляция радиостанции "Радио России" в г. Буинске на частоте 103,8 МГц. С 15 февраля вещание радиостанции на частоте 70,61 МГц прекращено (источник — URL: **http://tatariya.rtrn.ru/news/read/272/** (25.02.16)).

ТВЕРЬ. Филиал РТРС "Тверской ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Вести FM" в г. Твери на частоте 92,7 МГц. Передатчик мощностью 1 кВт охватывает радиосигналом около полумиллиона жителей города и окрестностей (источник — URL: **http://tver.rtrs.ru/news/read/117/** (25.02.16)).

ТОМСК. 17 февраля филиал РТРС "Томский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Наше радио" в областном центре. Частота вещания — 90,7 МГц, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://tomsk.rtrn.ru/news/read/210/** (25.02.16)).

15 февраля в г. Томске дан официальный старт вещанию радиостанции "Радио Звезда", организованной при партнёрстве "Радио Сибирь", частота вещания — 88,5 МГц (источник — URL: **http://fed.sibnovosti.ru/society/320297-v-tomske-nachala-veschat-radiostantsiya-radio-zvezda** (25.02.16)).

ТЮМЕНСКАЯ ОБЛ. В связи с плановым переходом радиостанций из УКВ-диапазона OIRT в УКВ-диапазон CCIR с 1 февраля 2016 г. "Урало-Сибирский филиал РТРС" начал трансляцию программ радиостанции "Радио России" на частоте 90,8 МГц (источник — URL: **http://tyumen.rfn.ru/rnews.html?id=253711&cid=7** (25.02.16)).

УЛАН-УДЭ. 11 февраля филиал РТРС "РТПЦ Республики Бурятия" начал трансляцию "Радио России" в г. Улан-Удэ на частоте 90 МГц. Радиостанция транслируется круглосуточно. В эфире "Радио России" доступны региональные передачи. Вещание в УКВ-диапазоне OIRT прекращено (источник — URL: **http://ulan-ude.rtrs.ru/news/read/64/** (25.02.16)).

Таблица 2

Радиостанция	Частота, МГц
"Радио России"	71,09
"Радио Маяк"	72,65
"Радио Максимум"	87,5
"Радио Энерджи" (NRJ)	87,9
"Детское радио"	88,3
"Радио Рекорд"	88,7
"Радио Маяк"	89,2
"Радио Ваня"	89,8
"Comedy Radio"	90,2
"Радио Дача"	91
"Юмор FM"	100,6
"Русская Служба Новостей"	101,1
"Радио Шансон"	101,5
"Авторадио"	102,1
"Радио 7"	102,6
"Радиола"	103
"Европа плюс"	103,5
"Спорт FM"	103,9
"Ретро FM"	104,3
"Серебряный дождь"	104,8
"Русское радио"	105,3
"Эхо Москвы"	105,8
"Дорожное радио"	106,3
"Love Radio"	106,8

УФА. 1 февраля филиал РТРС "РТПЦ Республики Башкортостан" начал тестовое вещание радиостанции "Маяк" в г. Уфе, частота вещания — 100,6 МГц (источник — URL: **http://ufa.rtrs.ru/news/read/163/** (25.02.16)).

ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АО. К региональной сети "Love Radio" присоединился город Пыть-Ях Ханты-Мансийского АО, частота вещания — 105,3 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/3150.htm** (25.02.16)).

1 февраля филиал РТРС "Урало-Сибирский РЦ" начал трансляцию "Радио России" в г. Нижневартовске на частоте 107,8 МГц и в пгт Белый Яр на частоте 89,9 МГц. Вещание "Маяка" в Белом Яре уже ведётся на частоте 107 МГц (источник — URL: **http://ural-sib.rtrn.ru/news/read/620/** (25.02.16)).

ЧЕЛЯБИНСК. 1 февраля филиал РТРС "Челябинский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Маяк" в г. Магнитогорске (частота 101,8 МГц) и г. Челябинске (частота 93,6 МГц). Мощность передатчиков — по 1 кВт. Трансляция радиопрограммы на частоте 69,65 МГц прекращена (источник — URL: **http://chelyabinsk.rtrs.ru/news/read/456/** (25.02.16)).

15 февраля 2016 г. радиостанция "Comedy Radio" зазвучала в г. Челябинске на частоте 107,8 МГц (источник — URL: **http://www.vkpm.ru/?an=news-page&uid=102285** (25.02.16)).

ЯКУТИЯ. Довольно неожиданными для радиослушателей оказались результаты конкурса, проведённого Роскомнадзором 27 января 2016 г. По итогам конкурса на право осуществлять наземное эфирное вещание с использованием конкретных радиочастот победителем признана "Национальная вещательная компания "Саха" (Якутия, пункт размещения передатчиков — с. Тулагино) на частоте 7295 кГц с мощностью передатчика 250 кВт и 7345 кГц с мощностью 100 кВт. Планируется использовать коротковолновые радиопередатчики "Гром-100" и "Вьюга-250", одни из мощнейших на северо-востоке России, ранее транслировавшие "Радио России".

Заявленное время вещания программ местной НВК "Саха":

— с понедельника по пятницу — с 09.00 до 12.00; с 15.00 до 17.00; с 21.00 до 00.00;

— суббота и воскресенье — с 10.00 до 17.00 и с 21.00 до 00.00.

Запуск трансляций планируется начать весной, предположительно в мае. Хотя если лицензия будет получена ранее этого срока, то и вещание может быть начато раньше. В зону действия радиовещательных передатчиков войдут 27 районов республики, в том числе 13 арктических и северных районов. Площадь охвата составит 2440 км^2, что составляет 78 % от общей площади республики.

Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 607-88-18

РАДИО®

Таким образом, спустя всего пару лет после полного ухода с диапазона КВ, Россия вновь возвращается в этот диапазон. Хорошо ещё, что не всё передающее оборудование растащили или сдали в металлолом (источники — URL: **http://rkn.gov.ru/news/rsoc/news37339.htm** (25.02.16)) и **http://www.sakha.gov.ru/news/front/view/id/2608127** (25.02.16)).

НОВОСТИ СЕТЕВЫХ РАДИОСТАНЦИЙ

С 1 февраля радиостанция "Новое радио" начала вещание в 10 городах России:

— Владивосток, частота вещания — 107,7 МГц;

— Иркутск, частота вещания — 102,6 МГц;

— Магнитогорск, частота вещания — 106,5 МГц;

— Набережные Челны, частота вещания — 106,9 МГц;

— Новосибирск, частота вещания — 100 МГц;

— Омск, частота вещания — 107,3 МГц;

— Тольятти, частота вещания — 106,4 МГц;

— Уфа, частота вещания — 101,2 МГц;

— Хабаровск, частота вещания — 106,8 МГц;

— Челябинск и Копейск, частота вещания — 102 МГц.

Города вещания "Нового радио", если посмотреть на карту, практически равномерно распределены по федеральным округам и часовым поясам нашей страны, хотя в стороне пока остаются северо-запад и юг. Вместе с Москвой охват составляет около 20 % населения России.

Напомним, что радиостанция открылась ровно два месяца назад. Как быстро остальные регионы поверят в новый эфирный продукт, — вопрос времени и мастерства (источник — URL: **http://airpersonalities.ru/goroda_veshhanija_novogo_radio** (25.02.16)).

От автора рубрики: сайт "Нового радио" — <**http://newradio.ru**>.

ЗАРУБЕЖНЫЕ РАДИОСТАНЦИИ

РУМЫНИЯ. Начиная с 27 марта "Интеррадио Румыния" планирует транслировать свои передачи на русском языке по следующему расписанию:

— с 04.30 до 04.56 — на частотах 7390(DRM) и 9770 кГц;

— с 13.00 до 13.56 — на частотах 13740 и 15160 кГц;

— с 15.00 до 15.26 — на частотах 5925(DRM) и 9500 кГц.

Трансляции на украинском языке — с 17.00 до 17.26 и с 19.00 до 19.26 на частоте 5910 кГц.

ТУРЦИЯ. "Голос Турции" на русском языке в летнем сезоне, как и в прошлом году, в эфире будет один раз в день с 13.00 до 14.00 на частоте 11965 кГц. Мощность передатчика — 500 кВт.

Хорошего приёма и 73!

Двухканальный узкополосный ГУН для настройки АЧХ кварцевых фильтров. Часть 1

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

При проверке и налаживании трактов ПЧ с кварцевыми фильтрами или отдельных кварцевых фильтров у большинства радиолюбителей возникает проблема, где взять тестовый сигнал. Не всегда есть возможность измерить параметры косвенным методом с использованием смесителей приёмника. Не все доступные и относительно недорогие прецизионные, многофункциональные измерительные генераторы перекрывают диапазон частот 30...90 МГц либо стабильность обычных ВЧ-генераторов (с функцией ГКЧ) не позволит ювелирно измерить и наладить характеристики кварцевых фильтров. А чаще всего просто нет такой техники в наличии, и покупать только для этих работ дорогой генератор неразумно.

В данной статье приводится описание двухканального генератора, управляемого напряжением (ГУН) с малым (несколько десятков килогерц) диапазоном перестройки, центральной частотой 2...90 МГц, выходным сопротивлением 50 Ом и выходным сигналом размахом 100...300 мВ. Устройство рассчитано на работу в составе измерителя АЧХ (**Лохни Х.** Доработка радиоприёмника TECSUN S-2000. Часть 4. — Радио, 2014, № 12, с. 11—16) взамен ГКЧ, а также может работать вместе с другим генератором пилообразного сигнала.

Для получения стабильной работы ГУНа в качестве частотозадающих элементов были применены недорогие и доступные керамические резонаторы на частоты 2...12 МГц и дальнейшее умножение частоты. Конечно, современная элементная база позволила бы на DDS-генераторах или генераторах с ФАПЧ решить такую же задачу (с микроконтроллером и соответствующим программным обеспечением), но тогда сложность такого устройства превысила бы сложность проверяемой аппаратуры. Поэтому целью было создание простого генератора с использованием доступных элементов и не заниматься изготовлением катушек индуктивности, а также наладить устройство с помощью простых измерительных приборов.

Устройство разделено на отдельные функциональные узлы, которые можно монтировать или нет, в зависимости от потребностей владельца. Например, если у вас имеется мультифункциональный DDS-генератор, то можно генераторы не собирать и для выхода на конечную частоту обойтись только умножителями частоты и основным фильтром. Во избежание нестабильной работы я рекомендую применить в высокочастотной части исключительно КМОП-микросхемы серии 74ACxx.

Плата устройства (***рис. 1.1 на 2-й с. обложки)*** размерами 100×160 мм разработана таким образом, что её можно изготовить односторонней (верхняя сторона, на которой размещены все элементы, кроме проволочных перемычек) или двухсторонней, если планируется использовать устройство на частотах более 25 МГц. Нумерация элементов на принципиальной схеме и плате начинается с цифры, присвоенной узлу, в который они входят. На **рис. 1.2** показан монтаж элементов на одностороннем варианте платы. В этом случае выводы микросхемы в корпусе DIP припаивают со стороны печатных проводников, что требует особой внимательности.



Рис. 1.2

Керамические резонаторы имеют хорошую кратковременную стабильность частоты, позволяющую использовать их сигнал для налаживания кварцевых фильтров и надёжно замерить их крутые скаты. Межрезонансный интервал у таких резонаторов на порядок больше, чем у кварцевых. Их можно без особых проблем тянуть по частоте на +0,3...–2 % от номинального значения. В **табл. 1** приведены основные параметры пьезокерамических резонаторов, купленных в 2015 г. в России, и их диапазон перестройки по частоте для случая построения генератора на логических элементах микросхемы 74AC86.

Керамические резонаторы на более высокие частоты (более 13 МГц), очевидно, изготавливают по другой технологии, и их диапазон перестройки по частоте очень мал. У резонаторов серии ZTT есть встроенные конденсаторы, и поэтому перестроить их по частоте гораздо труднее, при этом не всегда можно получить номинальную частоту.

В **табл. 2** приведены наиболее распространённые значения частоты ПЧ в различных радиоприёмных устройствах (РПУ) и трансиверах, а также варианты генерирования этих частот с помощью керамических резонаторов. Анализ необходимых коэффициентов умножения или деления выявит необходимость применения умножения на два для расширения числа возможных вариантов и обеспечения качества сигнала.

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2016

Таблица 1

Тип резонатора[1]	Номинальная частота, МГц	Число выводов	Минимальная частота[2], МГц	Максимальная частота[3], МГц
Р	3	2	2,907	3,003
РС	3,1	3	3,041	3,09
Р	3,58	2	3,464	3,62
Р	4	2	3,918	4,012
Д	4,3	2	3,886	4,27
Д	4,5	2	4,27	4,56
Р	5	2	4,873	4,98
Р	6	2	5,864	6,015
Д	6,5	3	6,39	6,56
РС	6,96	3	6,776	6,908
Р	7,37	2	7,19	7,423
Р	8	2	7,842	8,069
Р	10	2	9,783	10,06
Д	10,7	2	10,436	10,711
Д	10,75	3	10,55	10,74
Р	11	2	10,794	11,050
Р	12	2	11,788	12,1
РС	12,9	3	12,470	12,772
Р	16	2	15,982	16,045
РС	20	3	19,96	19,99

[1] Р — резонаторы серии ZTA, РС — резонаторы серии ZTT (со встроенными конденсаторами), Д — дискриминаторные (для применения в ЧМ-детекторах). [2] С двумя конденсаторами по 280 пФ. [3] С двумя конденсаторами по 20 пФ.

Таблица 2

ПЧ, МГц	Основное применение	Частота генераторов, МГц			
		Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
4,433	Трансиверы самодельные	2,955	5,911	4,433	
4,915	Трансиверы самодельные	4,915	9,830		
5	Трансиверы самодельные	10			
5,5	Трансиверы самодельные	2,2	12,833	11	
8,8	Трансиверы самодельные	2,933	3,520	5,910	
8,9	Трансиверы самодельные	2,967	3,56	4,450	
9	Стандартная	12	4	6	
9,011	Трансивер IC R-75	12,015	4,005	6,007	3,6
10,695	Трансиверы Си-Би диапазона	3,565	5,350		
10,7	Стандартная	3,567	5,350		
20	Гражданские РПУ	4	5	10	
21,4	Стандартная	3,567	3,057	4,076	5,350
34,785	РПУ Р-399	3,479	4,969		
40,055	Трансиверы YAESU	4,006	8,011	4,451	
44,93	Трансиверы	4,493	5,991	9,984	
45	Бытовые РПУ	6	12	6,429	10
45,05	Трансиверы	4,505	12,013	10,011	
45,705	Трансиверы	3,047			
46,512	Трансиверы	4,430			
47,055	Трансиверы	4,481	12,548	10,457	
47,21	Трансиверы	4,496	12,589	10,491	
48,64	Трансиверы	3,474	10,809		
55,845	Бытовые РПУ	3,49	10,637	7,978	3,989
60	РПУ	4	6	12	8
64,455	Трансиверы ICOM	4,028	8,057		
65,128	РПУ Бригантина	10,855			
68,33	Трансиверы	4,881			
68,985	Трансиверы	4,928	9,855		
69,012	Трансивер IC R-75	4,929	9,859		
69,45	Трансиверы	4,961	9,921		
70	РПУ	3,5	5	10	
70,2	РПУ EKD (ГДР)	10,029	20,057		
70,452	Трансиверы		5,871		
70,455	Трансиверы	3,523	5,871		
73,05	Трансиверы	10,822			
73,62	Трансиверы	10,907			
80,455	Трансиверы				
87	Самодельные РПУ	10,875	4,143	7,250	
90	РПУ	10	12		

Для понимания работы предлагаемых умножителей частоты приведу кратко важные параметры спектров выходных сигналов логических КМОП-элементов серии 74АС. Эти быстродействующие элементы работают при напряжении питания 2...6 В, и без ёмкостной нагрузки минимальная длительность фронта выходных импульсов — 1 нс,

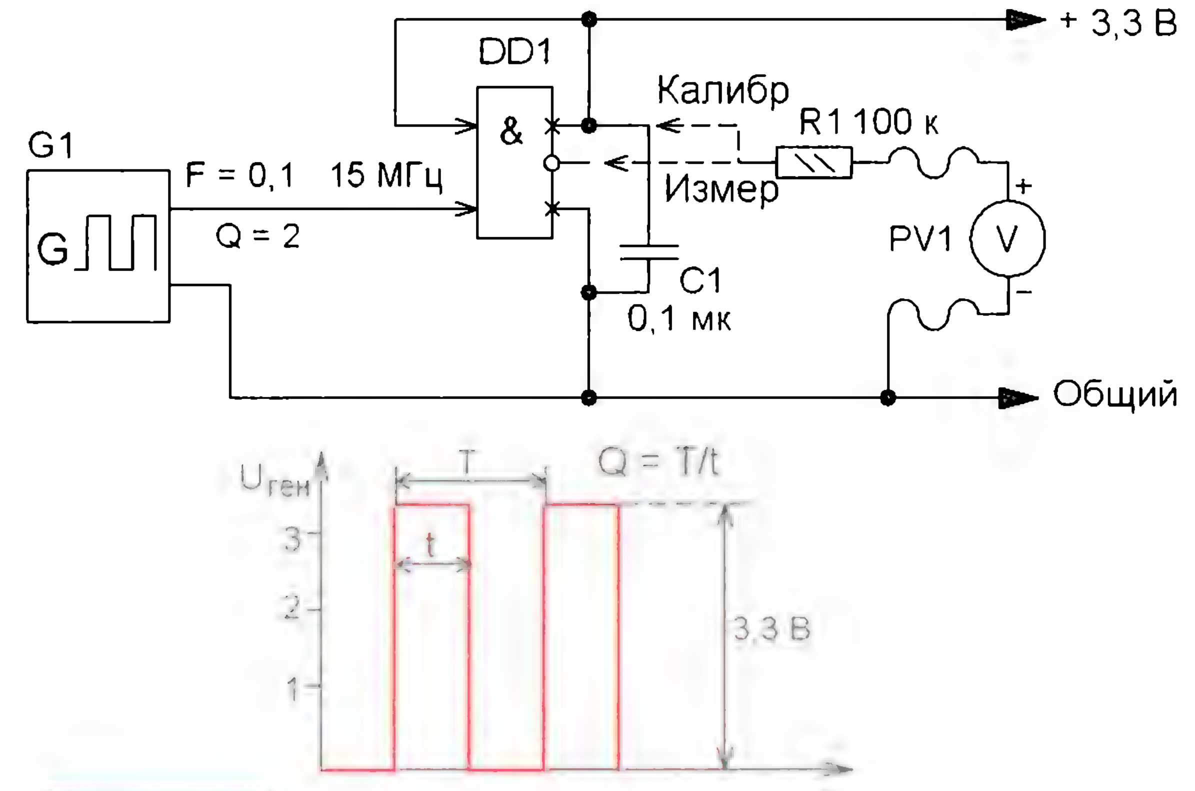


Рис. 1.3

что позволяет получить существенные спектральные составляющие вплоть до частоты 250 МГц. При этом выходное сопротивление элементов — около 25 Ом, что облегчает получение значительной энергии высших гармонических составляющих. Передаточная характеристика логических элементов этой серии симметричная, а выходной каскад обладает одинаковой нагрузочной способностью и скоростью переключения для вытекающего и втекающего тока. Таким образом, выходной сигнал логических элементов и триггеров серии 74АСxx до частот 30 МГц можно считать идеальным, и все законы математики, относящиеся к спектрам импульсных сигналов, можно применить на практике с высокой точностью.

Прямоугольный сигнал с одинаковой длительностью импульса $t_и$ и паузы $t_п$, так называемый меандр (скважность $Q = T/t_и = 2$, где T — период следования импульсов $T = t_и + t_п$, но иногда используется термин "коэффициент заполнения", обратный скважности $K = 1/Q$), содержит в спектре, кроме первой гармоники ($F_1 = 1/T$ — основная частота), ещё и нечётные гармоники (2n+1)F1, где n = 1, 2, 3.... На практике подавление чётных гармоник может достигать 40 дБ без применения особых мер, а чтобы получить подавление до 60 дБ, придётся обеспечить долговременную стабильность параметров элементов с помощью ООС и с дополнительной тщательной регулировкой.

Опыт показал, что делители частоты на два (D-триггеры и JK-триггеры серии 74АСxx, а также делитель частоты 74АС4040) на частотах до 4 МГц обеспечивают такое подавление до 60 дБ. При выходной частоте 30 МГц оно уменьшается до 30 дБ, а на частотах более 100 МГц выраженное подавление чётных гармоник отсутствует.

Поэтому меандр имеет особое значение в умножителях частоты из-за относительной чистоты спектра, что упрощает последующие фильтры. По этой

причине в предложенном устройстве предусмотрены элементы настройки симметрии сигнала. Практически идеальные выходные характеристики элементов серии 74ACxx позволяют без применения анализатора спектра с помощью элементов регулировки получить желаемую форму сигнала, измеряя среднее постоянное напряжение на выходе. Подавление чётных гармоник до 40...50 дБ на частотах до 20 МГц получается без проблем.

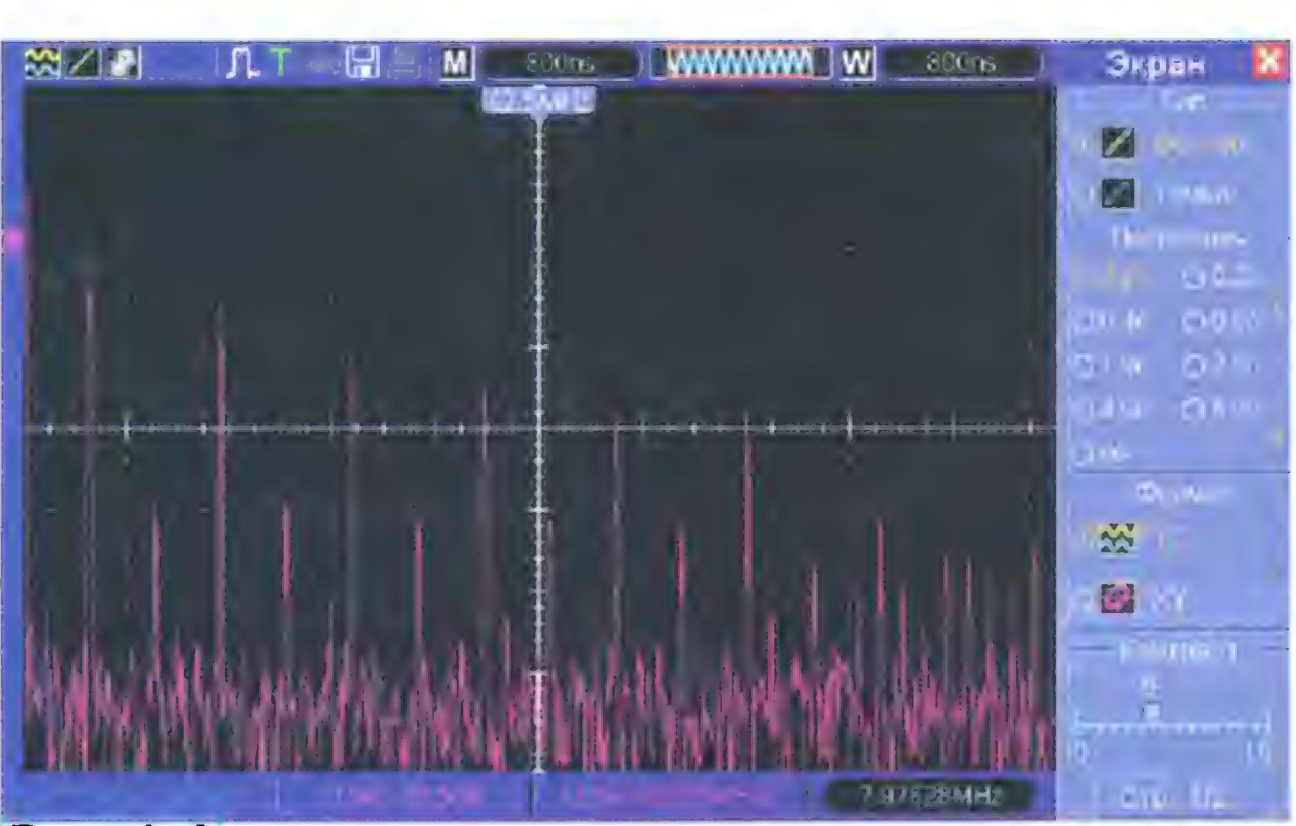


Рис. 1.4

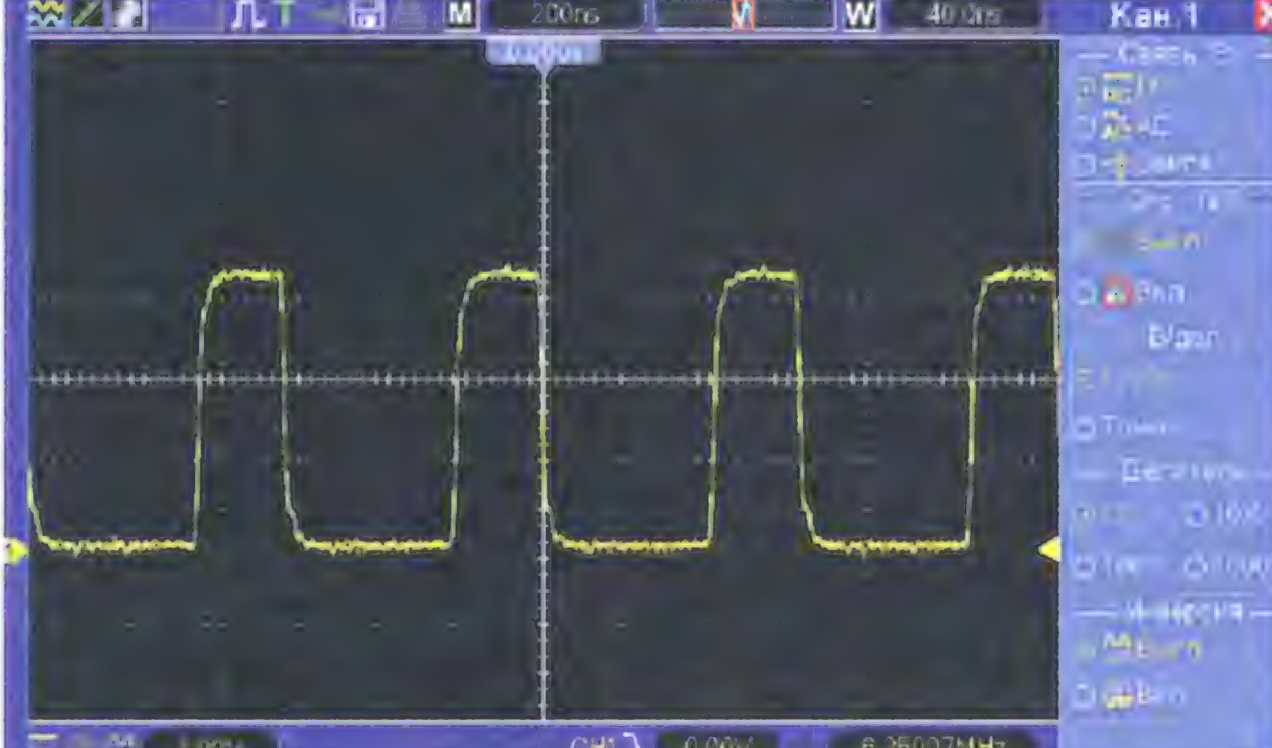


Рис. 1.5

Измерение скважности (коэффициента заполнения) выходного сигнала можно провести с помощью цифрового мультиметра в режиме измерения постоянного напряжения ($R_{вх} \geq 10$ МОм), не меняя при этом предел измерения (**рис. 1.3**). Сначала мультиметр калибруют, для этого его через резистор сопротивлением 33...100 кОм подключают к линиям питания (непосредственно к соответствующим выводам микросхемы). Так как входное сопротивление мультиметра 10 МОм, его показания ($U_к$) будут на 0,3...1 % меньше напряжения питания. Резистор вместе со всеми ёмкостями проводов и входа мультиметра образуют ФНЧ для высокочастотного сигнала. Если на выходе логического элемента присутствует импульсный сигнал с Q = 2, мультиметр покажет $U_{вых} = 0{,}5U_к$. На **рис. 1.4** показан спектр сигнала на выходе генератора микросхеме 74AC86 без особых мер симметрирования, подавление второй гармоники по отношению к первой — около 36 дБ. Для работы с умножителями частоты это не очень хорошо.

Если нарушить симметричность выходного сигнала, можно добиться подавления других спектральных составляющих. Например, при Q = 3 (**рис. 1.5**) в выходном сигнале подавляются гармоники, кратные трём (**рис. 1.6**). Налаживание такого режима осуществляют также с помощью мультиметра, только надо получить среднее напряжение $U_{вых} = 0{,}333U_к$ (или $0{,}666U_к$). Этот вариант особенно интересен, если необходимо получить умножение на два или четыре. На более высоких гармониках затраты на фильтры уже затрудняют практическое применение этого варианта.

Таким образом, меандр идеально подходит для получения нечётных гармоник сигнала, вплоть до седьмой. Более высокие уже сильно ослаблены, и их выделение потребовало бы сложных фильтров и усилителей. Вторую и четвёртую гармоники лучше всего получить при скважности выходного сигнала Q = 3. Если в спектре нужны все ближние гармоники, надо настроить Q = 2,41 (K = 41,5 %).

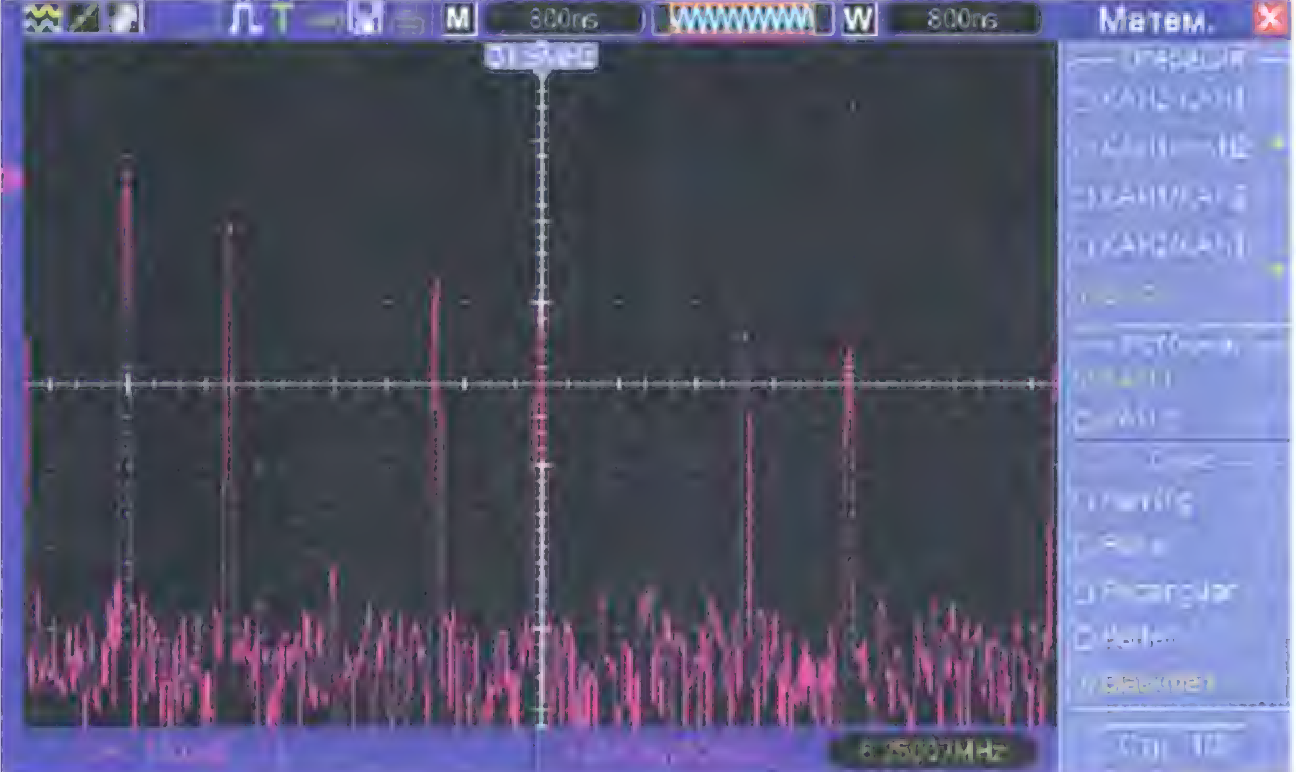


Рис. 1.6

Рис. 1.7

Здесь следует важное замечание. Иногда бывает, что в приёмнике "блуждают" помехи от собственной системы ФАПЧ гетеродина или микроконтроллера. Умелым подбором скважности тактового сигнала можно подавить часть мешающих гармоник. Но в целом общий фон гармоник от тактового сигнала можно снизить, если по умолчанию установить его скважность точно Q = 2.

В предлагаемом устройстве в основном применены логические КМОП-элементы, работающие в линейном режиме. Для этого используется режим инвертора (если элемент двухвходовый, второй вход подключают к общему проводу или линии питания) и вводят ООС по постоянному току (**рис. 1.7**) для поддержания рабочей точки на середине передаточной характеристики. Резистор R3 обеспечивают ООС, а с помощью резисторов R1 и R2 можно смещать положение рабочей точки на передаточной характеристике. Эта схема также позволяет симметрировать логические элементы серий 74xCTxx, у которых порог переключения около 1,2 В (при напряжении питания 3,3 В). Критерий правильной настройки — установление выходного напряжения на 50 % от питания. Сопротивление резистора R2 выбирают как можно больше, чтобы он меньше влиял на входные сигнальные цепи.

Крутизна передаточной характеристики соответствует коэффициенту усиления по

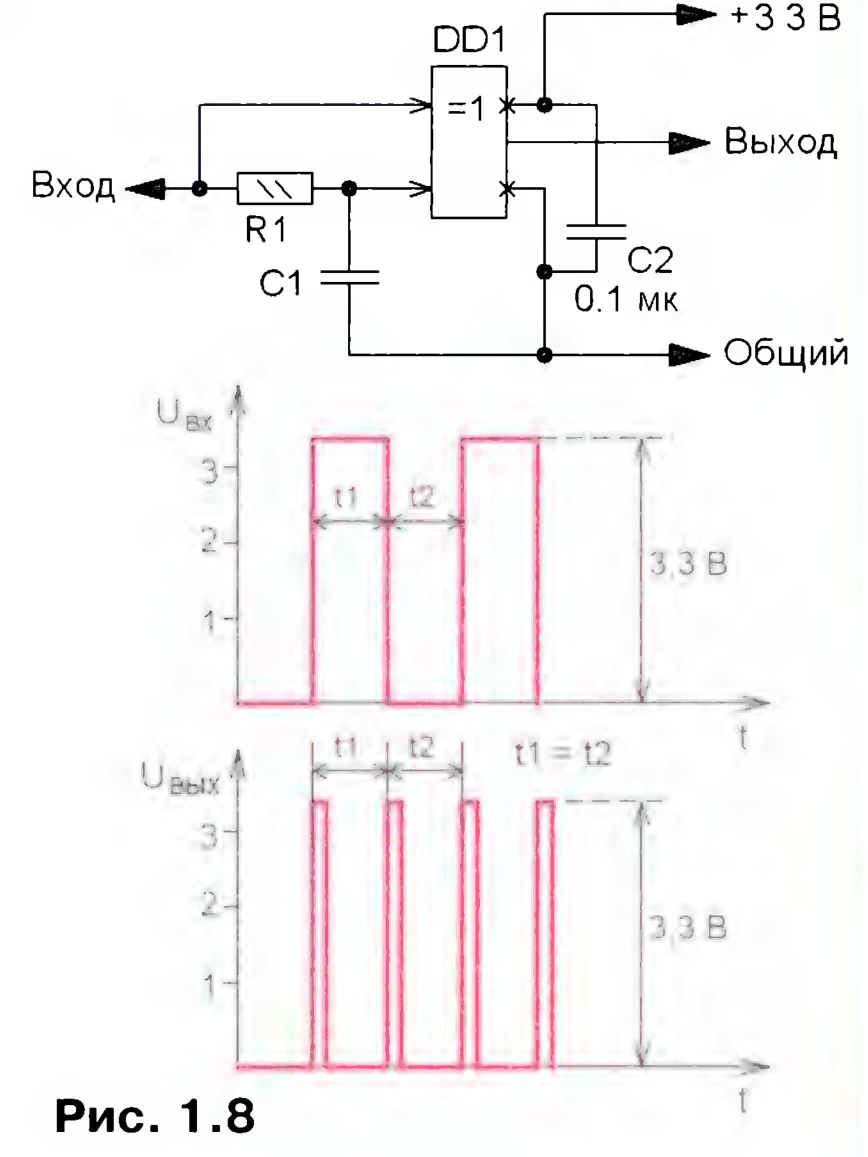


Рис. 1.8

напряжению 30...40 дБ. Поэтому входной сигнал напряжением несколько десятков милливольт уже приводит к изменению выходного от нуля до максимума. Чтобы уменьшить шумы при переключении из одного состояния в другое, на входе надо обеспечить определённую скорость нарастания сигнала (для серии 74ACxx — около 125 мВ/нс). При этом существует нижняя граничная частота, при которой во время прохождения через активный участок характеристики не возникают мешающие шумы или самовозбуждение.

Если на входе логического элемента включён параллельный LC-контур, допускается подача более низкочастотных входных сигналов без возникновения шума. При напряжении питания 3,3 В на частоте 3 МГц минимальный размах напряжения — 0,5...1 В. Для работы на более низких частотах надо использовать логические элементы серий 74HCxx, MM74Cxx, 40xx.

На основе элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ (микросхема 74AC86) можно легко сделать умножитель частоты на два, если сигнал подавать на один вход напрямую, на другой вход — через линию задержки на основе RC-цепи (**рис. 1.8**). Если постоянная времени RC-цепи (τ) существенно меньше периода следования импульсов T, на выходе получим короткие импульсы при каждом перепаде входного напряжения, т. е. число импульсов (а значит, и их частота) увеличилось в два раза. С увеличением задержки (постоянной времени RC-цепи) на конденсаторе C1 сигнал становится треугольным и уменьшается его амплитуда, поэтому точность переключения снижается и ухудшается качество сигнала — фронты "плавают" с шумом. Такой умножитель работает стабильно при τ ≤ 0,2T. Для него очень важно, чтобы t1 = t2. При этом входной сигнал — меандр (Q = 2), и тогда на выходе умножителя сигнал с входной частотой будет подавлен (до 40 дБ).

Ещё более чистый спектр выходного сигнала будет в случае Q = 3 (**рис. 1.9**). При этом умножитель "выдаст" на выходе гармоники на частотах $2F_1$, $4F_1$, $8F_1$, $10F_1$, $14F_1$, $16F_1$ и т. д.). Практическое значение имеют только гармоники на $2F_1$ и $4F_1$, а подавление гармоник с частотами F_1, $3F_1$, $5F_1$ и $6F_1$ выручает. При этой настройке на выходе должно быть $U_{вых} = 0{,}333U_к$.

Если задача ГУНа состоит в формировании сигнала для налаживания кварцевого фильтра, то может возникнуть вопрос, не достаточно ли подавать импульсный сигнал с выхода логического элемента напрямую на кварцевый фильтр (через резистивный согласующий аттенюатор)? Ведь сам фильтр будет подавлять другие гармоники. В некоторых случаях это возможно, но самый большой и непредсказуемый "вредитель" — основная гармоника с большой мощностью. Она может легко "обойти" фильтр и вызвать большой уровень фонового сигнала в широкополосном детекторе. Энергия остальных гармоник в сумме также большая и последствия те же. Кроме того, многие

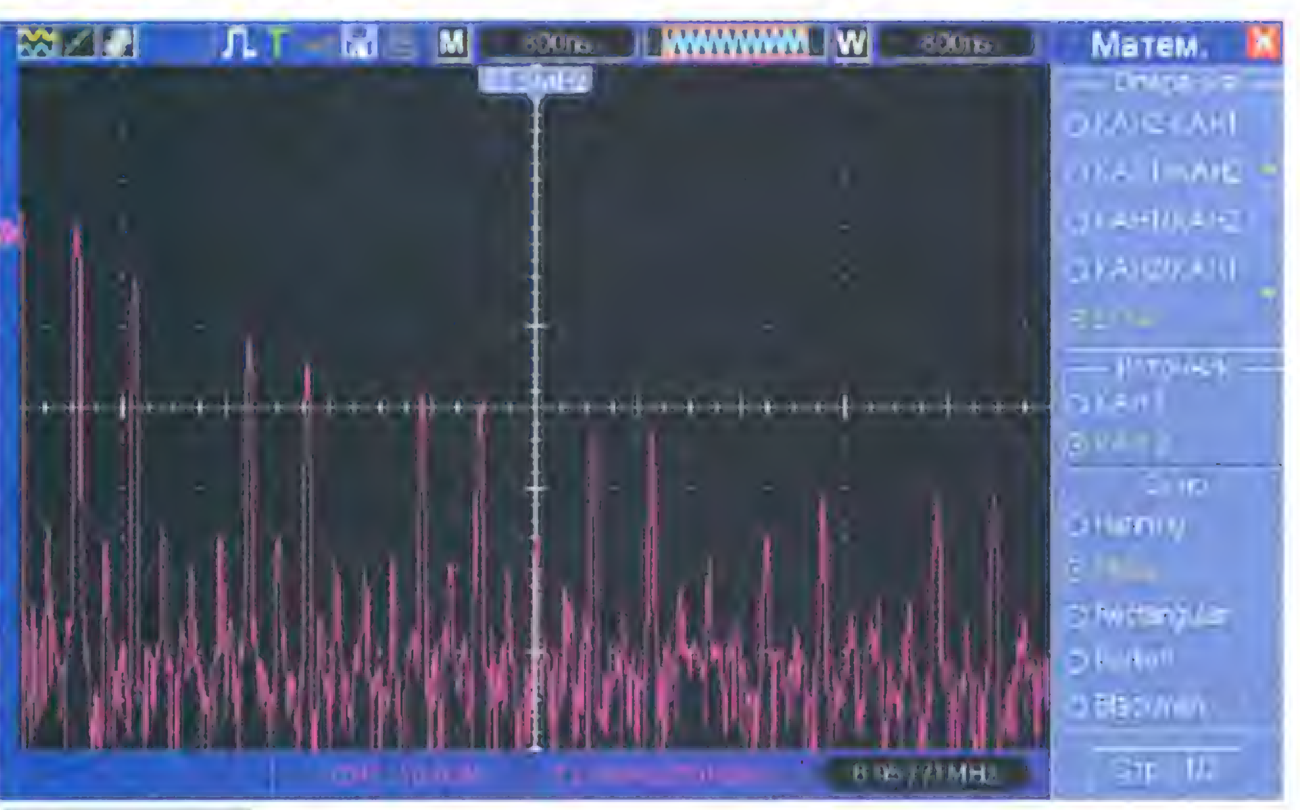


Рис. 1.9

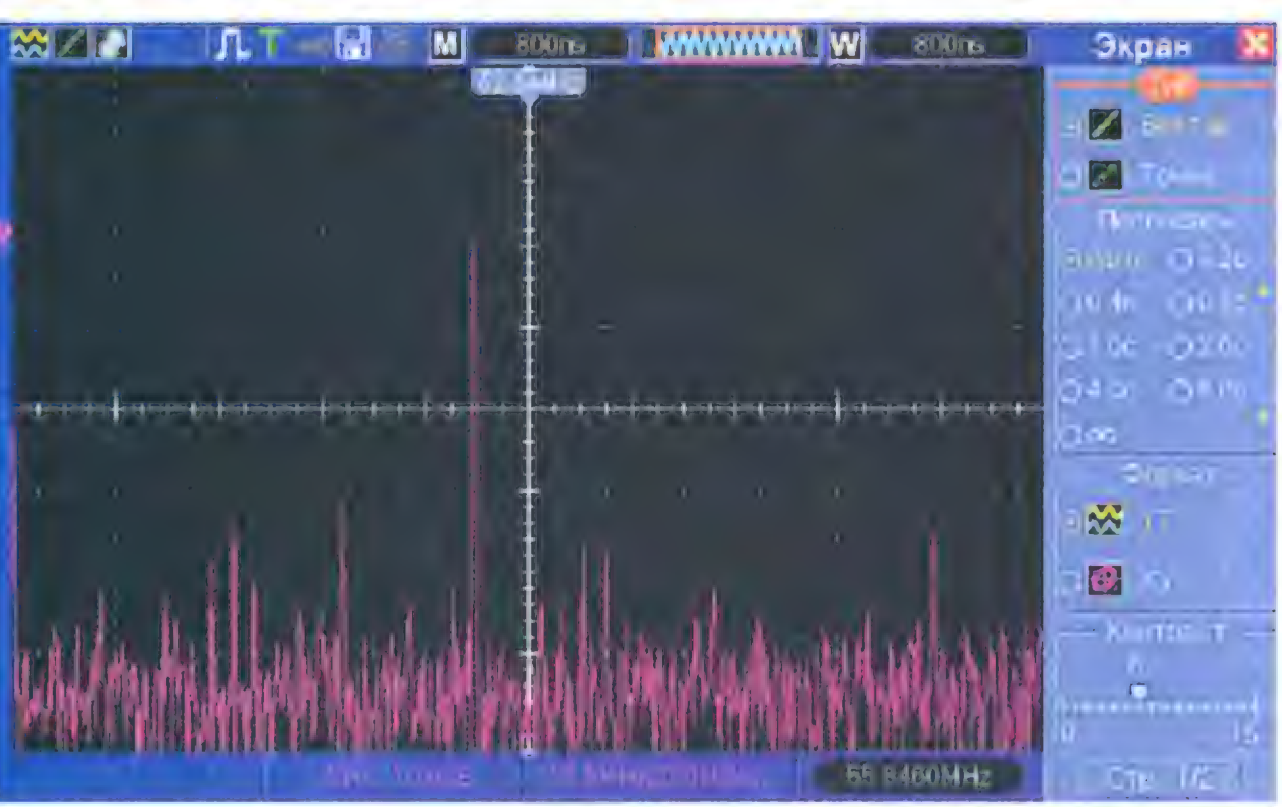


Рис. 1.10

высокочастотные кварцевые фильтры работают на гармониках (в основном на третьей) и при этом имеют паразитные каналы пропускания вблизи основной частоты, через которые может проникать тестовый сигнал и вызвать искажение АЧХ на экране, которого на самом деле нет. Поэтому я рекомендую не отказываться от фильтра на выходе умножителя частоты — это один из самых важных элементов, который в итоге определит качество работы над РПУ. Для примера на **рис. 1.10** показан спектр сигнала (см. рис. 1.4) после его прохождения через двухконтурный LC-фильтр. На выходе осталась седьмая гармоника (55846 кГц), пятая подавлена на 30 дБ, а основная — более 42 дБ, поэтому они будут мало мешать качественным измерениям.

Структурная схема измерительного генератора показана на ***рис. 1.11 на 2-й с. обложки***. В схеме предусмотрены два генератора (G1, G2) одинаковой конструкции для расширения функциональных возможностей прибора. После них в умножителе-делителе частоты U1 или умножителе частоты U2 происходит промежуточное умножение частоты. Коэффициент умножения равен одному, двум, трём или четырём. Кроме того, в умножителе-делителе частоты U1 перед умножением частоту сигнала можно поделить на два или четыре. В смесителе на выходе элемента DD1 и после ФНЧ Z3 (частота среза — 100 кГц) формируется сигнал на частоте $F = |n_1F_{гун1} - n_2F_{гун2}|$. Смеситель также работает на гармониках.

В модуляторе работают элементы DD2, DD3, Z1 и Z2, они формируют необходимую скважность сигнала для последнего этапа умножения. При скважности Q = 2 элементы Z1 и Z2 не нужны. DD4 и DD5 работают как буферные усилители, кроме того, в них можно осуществить импульсную модуляцию.

Генератор G3 формирует короткие импульсы для имитации импульсных помех, он активируется высоким уровнем сигнала SPON. Если его частоту уменьшить в 100...1000 раз (увеличением ёмкости соответствующих конденсаторов), в РПУ можно наладить динамику АРУ или шумоподавителя.

С помощью фильтров Z4 и Z5 выделяется нужная гармоника, а усилители A2 и A3 придают сигналам необходимый уровень. На выходе GEN-3 можно создать комбинированный сигнал с помощью перемычек S1 и S2.

Блок питания (БП) обеспечивает напряжением 3,3 В узлы устройства, а также есть выход напряжения +3,9 В для питания проверяемой маломощной аппаратуры (радиоприёмники TECSUN, DEGEN и др.) На вход блока питания можно подавать напряжение +5 В от USB-порта или зарядного устройства сотового телефона, а также от нестабилизированного сетевого блока питания с выходным напряжением 5...15 В. Ток, потребляемый устройством, зависит от частоты генераторов и не превышает 70 мА в полной комплектации.

В следующей части статьи будут приведены подробное описание схемы устройства и некоторые конкретные примеры его комплектации для работы на часто встречающихся ПЧ в радиолюбительских РПУ.

(Окончание следует)

Встраиваемый вольтметр на PIC12F675

Б. БАЛАЕВ, г. Нальчик, Кабардино-Балкария

В этом приборе автор использовал оригинальный метод управления четырёхразрядным семиэлементным светодиодным индикатором сигналами всего с четырёх выводов микроконтроллера. В программе микроконтроллера предусмотрен режим автоматической калибровки вольтметра.

Ставшее уже традиционным соединение светодиодного цифрового индикатора с микроконтроллером через преобразователь последовательного кода в параллельный 74HC595 требует использовать три вывода микроконтроллера для управления преобразователем кода и ещё по одному выводу для каждого разряда индикатора. Следовательно, для четырёхразрядного индикатора требуются семь выводов. Это не даёт возможности применять такие индикаторы с маловыводными микроконтроллерами, например, с PIC12F675, имеющим всего шесть выводов (не считая выводов питания).

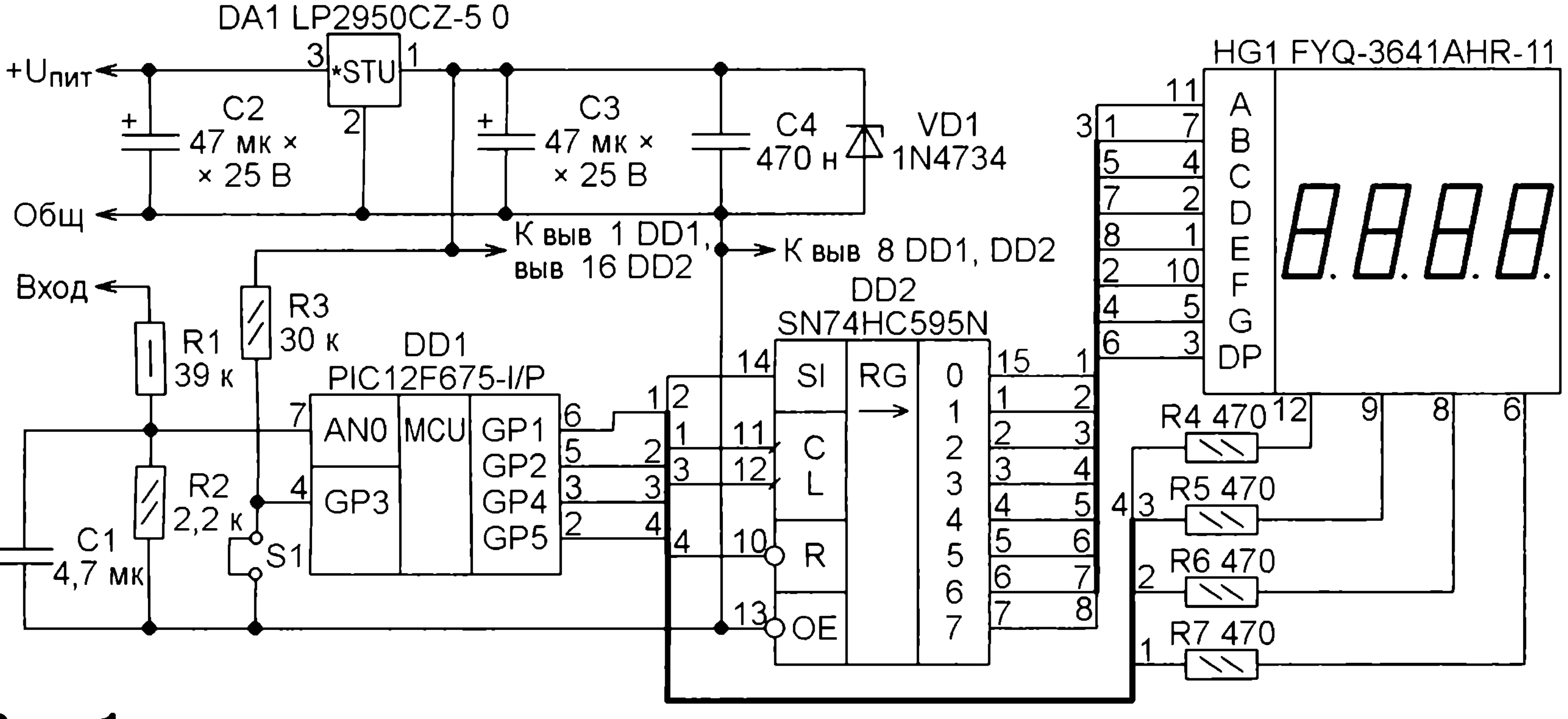


Рис. 1

Предлагаю совместить управление преобразователем кода и разрядами индикатора, используя всего четыре вывода микроконтроллера. При этом заложенный в программу алгоритм обеспечит отсутствие влияния индикатора на работу с преобразователем и паразитной засветки элементов индикатора.

Как обычно, информация выводится на индикатор разряд за разрядом по запросам прерывания от таймера микроконтроллера, следующим с периодом 2 мс. Процедура обработки каждого запроса состоит из пяти этапов. На первом этапе она устанавливает низкий уровень на выводе 10 микросхемы 74HC595, обнуляя этим её сдвиговый регистр. Этот этап — единственный, на котором через элементы индикатора течёт паразитный ток, но поскольку продолжительность его импульсов всего 1 мкс при периоде повторения 2000 мкс, паразитное свечение незаметно даже в темноте.

На втором этапе нарастающий перепад уровня на выводе 12 микросхемы 74HC595 переписывает нулевое содержимое сдвигового регистра в регистр хранения. Это полностью гасит индикатор.

На третьем этапе происходит загрузка информации в сдвиговый регистр микросхемы 74HC595 последовательным кодом, формируемым микроконтроллером на выводе 14 микросхемы. На её вывод 11 поступают тактовые импульсы.

На четвёртом этапе нарастающим перепадом уровня на выводе 12 микросхемы 74HC595 информация из её сдвигового регистра поступает в регистр хранения, причём благодаря высоким уровням на катодах разряды индикатора остаются погашенными.

На пятом этапе на общем катоде разряда, для которого предназначен выведенный на выходы микросхемы 74HC595 параллельный код, программа устанавливает низкий уровень, включая его элементы в соответствии с этим кодом. На этом обработка прерывания завершается, а установленное состояние индикатора сохраняется неизменным до следующего прерывания.

Для управления восьмиразрядным индикатором потребуются восемь выходов микроконтроллера. При этом сигналы с дополнительных четырёх выводов просто управляют уровнями на катодах разрядов. Стоит отметить, что в этом случае возможно применение индикаторов как с общими катодами, так и с общими анодами, подключая к выходам преобразователя кода соответственно элементы или разряды. По причинам, изложенным ниже, динамическую индикацию в первом случае предпочтительно организовать поэлементно, а во втором — поразрядно.

Теперь расскажем о вольтметре, в котором использован описанный принцип.

Основные технические характеристики

Измеряемое напряжение, В . . . . .0...80
Дискретность измерения, В 0,1
Погрешность . . . . .0,5% + + ед. мл. разр.
Напряжение питания, В . . . . .7...15
Ток потребления, мА, не более 30

Схема вольтметра показана на **рис. 1**. В нём применена поэлементная динамическая индикация. В каждый момент времени высокий уровень установлен на анодах одной группы одноимённых элементов всех разрядов индикатора HG1. На общих катодных выводах разрядов, в которых эти элементы должны светиться, устанавливают низкий уровень, в противном случае — высокий. Обратите внимание, что одноимённые элементы могут быть включены одновременно во всех разрядах, но в каждом разряде в текущий момент времени включён только один элемент. Именно поэтому выбрано подключение анодов элементов к выходам микросхемы DD2, нагрузочная способность которых выше, чем выходов микроконтроллера.

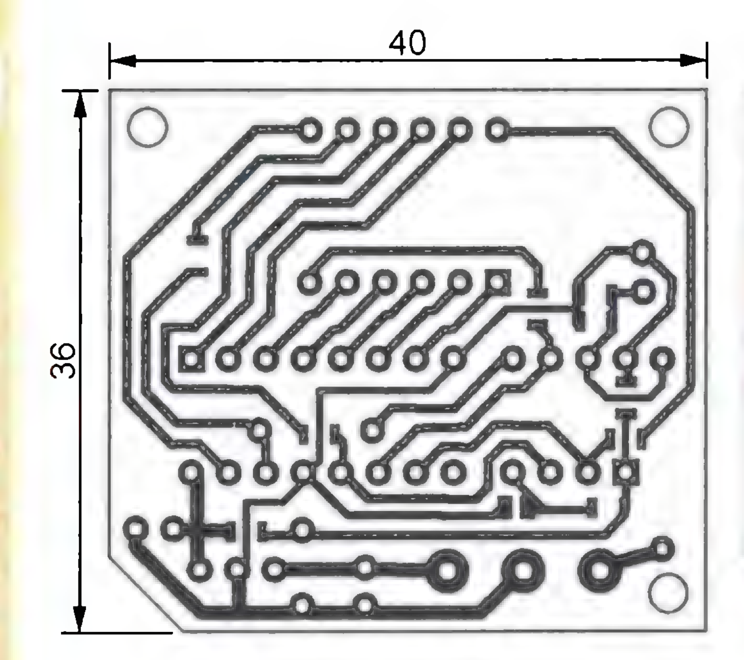
При периоде прерываний 2 мс частота обновления изображения на индикаторе равна 64 Гц и его мигание на глаз незаметно. Выбранный способ динамической индикации также позволил вдвое уменьшить число резисторов (R4—R7), ограничивающих ток через светодиоды индикатора.

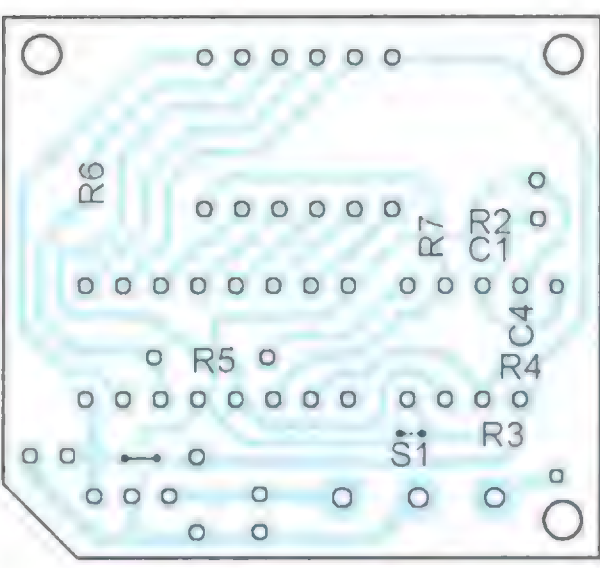
У микроконтроллера PIC12F675-I/P (DD1) остаются не занятыми в динамической индикации линии ввода—вывода GP0 и GP3. Первая использована как вход АЦП, на неё подают через делитель R1R2 измеряемое напряжение. На линии GP3 в отсутствие перемычки S1 благодаря резистору R3 установлен высокий логический уровень, что служит сигналом, переводящим вольтметр в режим калибровки. Если перемычка установлена, уровень на этом выводе низкий и вольтметр работает в обычном режиме.

При первом включении вольтметра с отсутствующей перемычкой S1 на индикатор HG1 будет выведено 800u с мигающим крайним правым знаком. В этом состоянии на вход прибора следует подать как можно более близкое к 80 В напряжение, контролируя его образцовым вольтметром. При кратковременном соединении контактных площадок, предназначенных для перемычки S1, прибор вычислит и запомнит калибровочный коэффициент и будет использовать его в дальнейшем.

Однако 80 В — довольно большое напряжение, не исключены затруднения с его получением. В таком случае во время индикации значения образцового напряжения прибор нужно выключить и снова включить. На индикаторе появится 600u, а при следующих выключениях и включениях — 400u, 200L, снова 800u и далее по кругу. Калибровку следует произвести при максимальном доступном из этих значений напряжения. Чем больше образцовое напряжение, тем точнее калибровка. Если в момент калибровки

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru





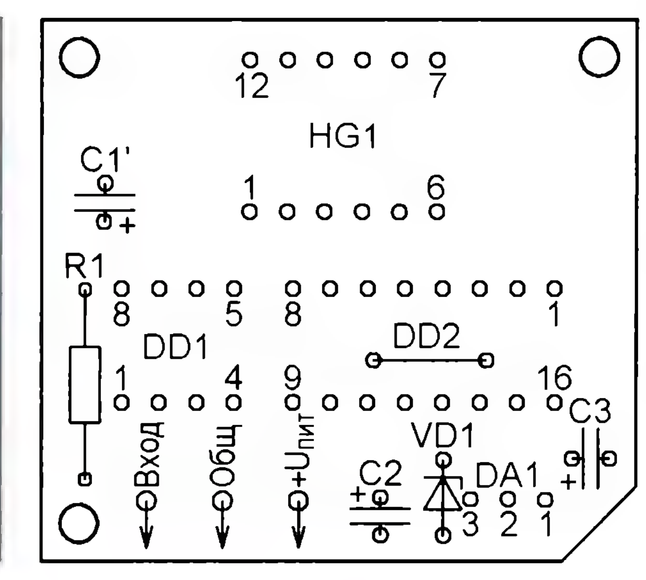


Рис. 2

входное напряжение слишком сильно отличается от образцового, коэффициент вычислен не будет, а на индикатор выведено Err_.

После калибровки выключите вольтметр и окончательно установите перемычку S1, иначе при следующем включении всё придётся повторить заново. Вольтметр может работать и без калибровки, если при его первом включении перемычка S1 уже установлена. В этом случае он использует коэффициент, записанный в программе, но погрешность может превысить 10 %. Об этом предупредит включённая точка в крайнем правом разряде индикатора.

Аналого-цифровое преобразование производится в "спящем" режиме микроконтроллера для уменьшения помех со стороны его работающих узлов. Из этого состояния он автоматически выходит по окончании преобразования.

Питается прибор напряжением 5 В, полученным с помощью интегрального стабилизатора напряжения DA1. Использовать вместо указанного на схеме стабилизатор 78L05 можно только в крайнем случае, так как стабильность его выходного напряжения на порядок хуже. Без ухудшения параметров можно применить стабилизатор LP2951. Стабилитрон VD1 на напряжение 5,6 В совместно с внутренним защитным диодом микроконтроллера предохраняют последний от повреждения при превышении измеряемым напряжением допустимого значения. Без ограничителя напряжение питания микроконтроллера в этой ситуации может критически увеличиться.



Рис. 3

Устройство собрано на печатной плате размерами 40×36 мм из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, показанной на **рис. 2**. Большинство резисторов и конденсаторов — типоразмера 0805 для поверхностного монтажа. Резистор R1 для надёжной работы при повышенном напряжении применён выводной мощностью 0,5 Вт. Конденсатор C1 можно установить и керамический, и выводной оксидный, для которого на плате предусмотрено посадочное место, обозначенное C1'. Индикатор FYQ-3641AHR-11 можно заменить другим из серии 3641A или трёхразрядным серии 3631A без переделки платы. Фотоснимок собранной платы прибора показан на **рис. 3**.

Программа микроконтроллера написана на языке C в среде разработки MikroC.

От редакции. *Файл печатной платы в формате Sprint Layout 5.0 и программа микроконтроллера имеются по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/04/voltmeter.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

ОБМЕН ОПЫТОМ

Инфракрасный светофильтр на основе битума

Г. САФРОНОВ, г. Чита Забайкальского края

Если нет настоящего инфракрасного светофильтра для осветительного прибора небольшой мощности на основе ламп накаливания для приборов ночного видения, то его можно изготовить на основе битума или битумного лака. Для этого потребуются две стеклянные пластинки нужных форм и размеров. Уложив их через слой бумаги толщиной 1...2 мм на подошве перевёрнутого электроутюга (надо постараться, чтобы подошва располагалась практически горизонтально), включают утюг, и когда пластинки нагреются, кладут в середину одной из них небольшой кусочек битума. Как только он расплавится и растечётся больше, чем на половину, на него аккуратно накладывают второе разогретое стекло, и когда битум равномерно растечётся между пластинками, выключают утюг и дают им остыть вместе с ним. При появлении воздушных пузырьков весь процесс придётся повторить сначала. Можно обойтись и без нагрева, для этого нужно всего лишь закрасить стекло слоем битумного лака нужной толщины.

Такие светофильтры не годятся для фотообъективов ввиду значительного рассеивания и поглощения ИК-излучения при большой толщине слоя битума.

Восстановление вывода микросхемы

Г. ДУДАРЕВ, г. Лосино-Петровский Московской обл.

Если у микросхемы отломился вывод у самого основания, его можно попытаться восстановить. Сначала залуживают оставшуюся часть вывода. Лудить с помощью канифоли бесполезно, поэтому я смачиваю конец вывода паяльной кислотой и залуживаю. Затем облуженный отрезок тонкого провода окунаю в паяльную кислоту и припаиваю к выводу микросхемы. Припой следует использовать легкоплавкий, а паяльник — мощностью не более 25 Вт. После этого место пайки необходимо тщательно промыть.

РАДИО®
ИЗМЕРЕНИЯ
Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

Импульсный блок питания 5 В, 2,5 А

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Блоки питания с трансформаторами на частоту 50 Гц сегодня практически сдали свои позиции импульсным с высокой рабочей частотой, которые при той же выходной мощности имеют, как правило, меньшие габариты и массу, более высокий КПД. Основные сдерживающие факторы для самостоятельного изготовления импульсных блоков питания радиолюбителями — трудности с расчётом, изготовлением или приобретением готового импульсного трансформатора или ферритового магнитопровода для него. Но если для сборки маломощного импульсного блока питания использовать готовый трансформатор от компьютерного блока питания формфактора ATX, задача значительно упрощается.

У меня оказался в наличии неисправный компьютерный блок питания IW-ISP300J2-0 (ATX12V300WP4). В нём был заклинен вентилятор, пробит маломощный диод Шотки, а более половины всех установленных оксидных конденсаторов вздуты и потеряли ёмкость. Однако дежурное напряжение на выходе +5VSB было. Поэтому было принято решение, используя импульсный трансформатор источника дежурного напряжения и некоторые другие детали, изготовить другой импульсный источник питания с выходным напряжением 5 В при токе нагрузки до 2,5 А.

В блоке питания ATX узлы источника дежурного напряжения легко обособить. Он даёт напряжение 5 В и рассчитан на максимальный ток нагрузки 2 А и более. Правда, в старых блоках питания этого типа он может быть рассчитан на ток всего 0,5 А. При отсутствии на этикетке блока пояснительной надписи можно ориентироваться на то, что трансформатор источника дежурного напряжения с максимальным током нагрузки 0,5 А значительно меньше трансформатора источника на 2 А.

Схема самодельного импульсного блока питания с выходным напряжением 5...5,25 В при максимальном токе нагрузки 2,5 А изображена на **рис. 1**. Его генераторная часть построена на транзисторах VT1, VT2 и импульсном трансформаторе T1 по образу и подобию имевшейся в компьютерном блоке, из которого был извлечён трансформатор.

Вторичные узлы исходного блока питания (после выпрямителя напряжения +5 В) было решено не повторять, а собрать по традиционной схеме с интегральным параллельным стабилизатором напряжения в качестве узла сравнения выходного напряжения с образцовым. Входной сетевой фильтр собран из имеющихся деталей с учётом свободного места для их монтажа.

Переменное напряжение сети 230 В через плавкую вставку FU1 и замкнутые контакты выключателя SA1 поступает на RLC фильтр R1C1L1L2C2, который не только защищает блок от помех из питающей сети, но и не даёт создаваемым самим импульсным блоком помехам проникнуть в сеть. Резистор R1 и дроссели L1, L2, кроме того, уменьшают бросок потребляемого тока при включении блока. После фильтра напряжение сети поступает на мостовой диодный выпрямитель VD1—VD4. Конденсатор C9 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения.

На высоковольтном полевом транзисторе VT2 собран генераторный узел преобразователя напряжения. Резисторы R2—R4 предназначены для запуска

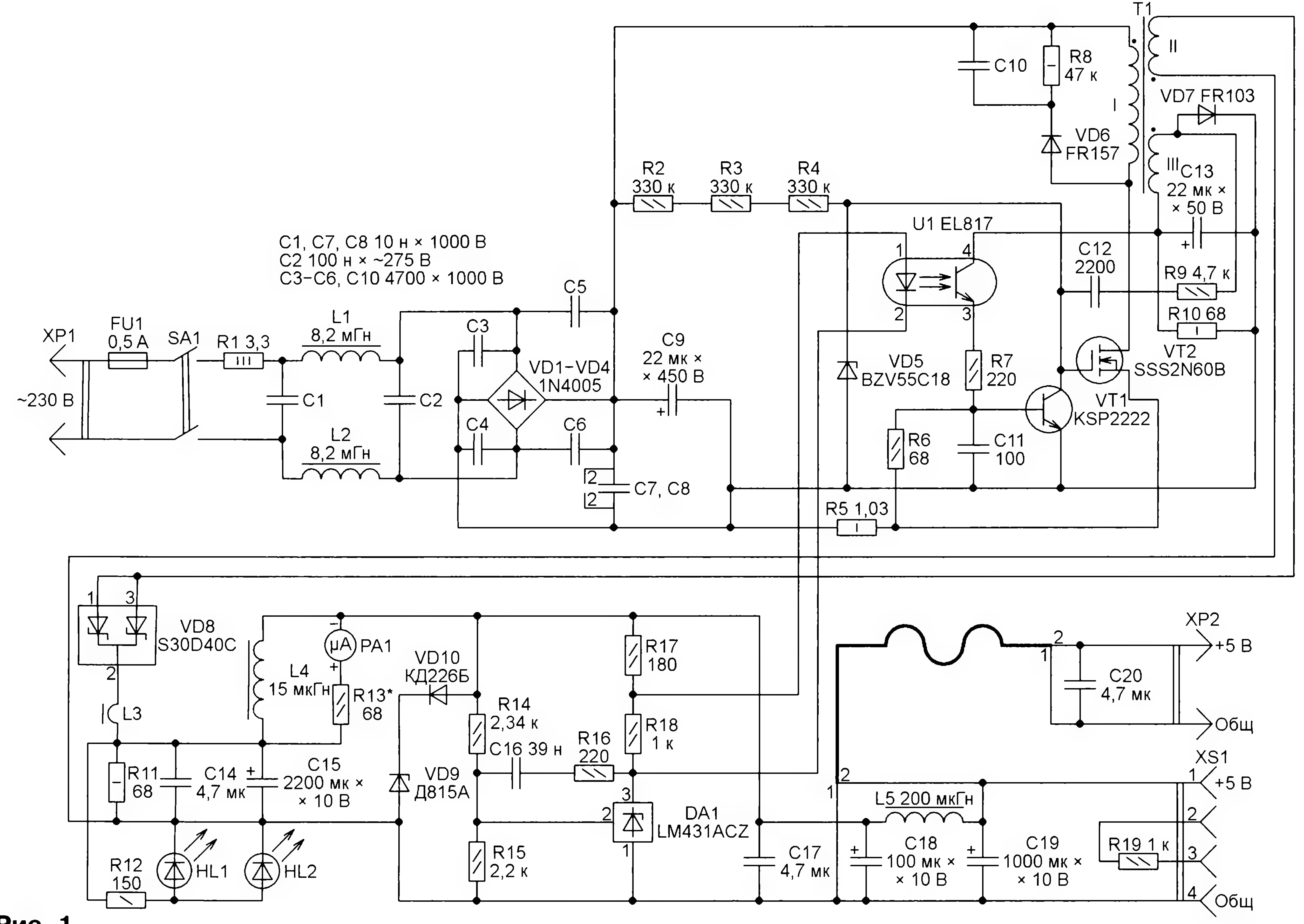
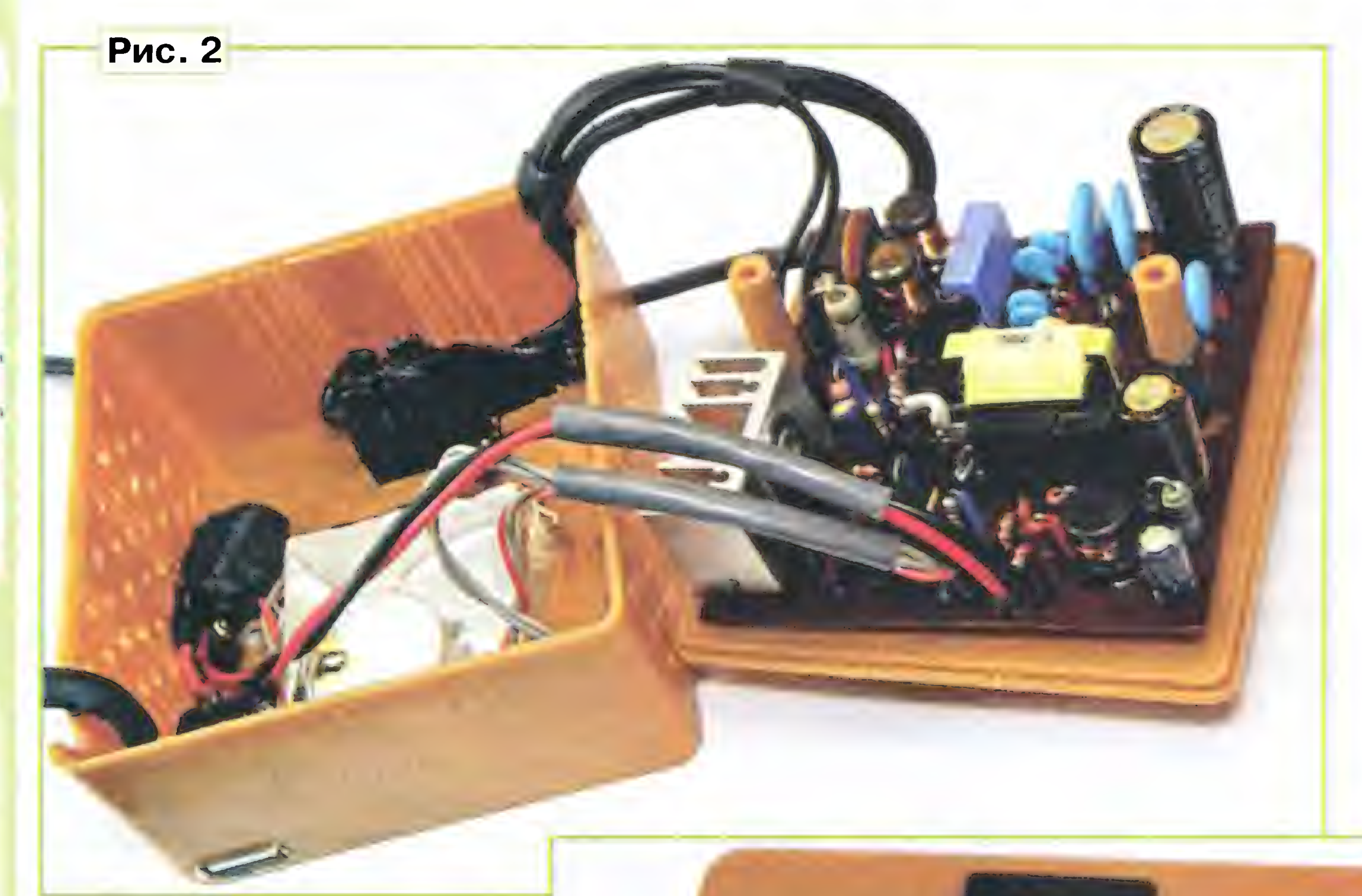


Рис. 1

РАДИО®
тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru тел. 607-88-18

Рис. 2



генератора. Суммарная мощность этих резисторов увеличена, поскольку печатная плата блока питания, из которого они извлечены, под ними заметно потемнела в результате перегрева. По той же причине демпфирующий резистор R8 установлен большей мощности, а в качестве VD6 применён более мощный, чем в прототипе, диод.

Стабилитрон VD5 защищает полевой транзистор VT2 от превышения допустимого напряжения между затвором и истоком. На биполярном транзисторе VT1 собран узел защиты от перегрузки и стабилизации выходного напряжения. При увеличении тока истока транзистора VT2 до 0,6 А падение напряжения на резисторе R5 достигнет 0,6 В. Транзистор VT1 откроется. В результате напряжение между затвором и истоком полевого транзистора VT2 уменьшится. Это предотвратит дальнейшее увеличение тока в канале сток—исток полевого транзистора. По сравнению с прототипом сопротивление резистора R5 уменьшено с 1,3 до 1,03 Ом, резистора R6 увеличено с 20 до 68 Ом, ёмкость конденсатора C13 увеличена с 10 до 22 мкФ.

Напряжение с обмотки II трансформатора T1 поступает на выпрямительный диод Шотки VD8, размах напряжения на выводах которого около 26 В. Пульсации выпрямленного напряжения сглаживает конденсатор C15. Если по тем или иным причинам выходное напряжение блока питания стремится увеличиться, растёт напряжение на управляющем входе параллельного стабилизатора напряжения DA1. Ток, текущий через излучающий диод оптрона U1, увеличивается, его фототранзистор открывается. Открывшийся в результате транзистор VT1 уменьшает напряжение между затвором и истоком полевого транзистора VT2, что возвращает выходное напряжение выпрямителя к номинальному значению. Цепь из резистора R16 и конденсатора C16 предотвращает самовозбуждение стабилизатора.

Рис. 3

Изготовленный источник питания оснащён стрелочным измерителем тока нагрузки PA1, что значительно повышает удобство пользования им, поскольку позволяет быстро оценить ток, потребляемый нагрузкой. Шунтом для микроамперметра PA1 служит омическое сопротивление обмотки дросселя L4. Светодиоды HL1 и HL2 подсвечивают шкалу микроамперметра.

На выходные разъёмы XP2 и XS1 напряжение поступает через фильтр L5C19. Стабилитрон VD9 с диодом VD10 предотвращают чрезмерное повышение выходного напряжения при неисправности цепей его стабилизации.

Рабочая частота преобразователя — около 60 кГц. При токе нагрузки 2,3 А размах пульсаций выпрямленного напряжения на конденсаторе C15 — около 100 мВ, на конденсаторе C18 — около 40 мВ и на выходе блока питания — около 24 мВ. Это очень неплохие показатели.

КПД блока питания при токе нагрузки 2,5 А — 71 %, 2 А — 80 %, 1 А — 74 %, 0,2 А — 38 %. Ток короткого замыкания выхода — около 5 А, потребляемая от сети мощность при этом — около 7 Вт. Без нагрузки блок потребляет от сети около 1 Вт. Измерения потребляемой мощности и КПД проводились при питании блока постоянным напряжением, равным амплитуде сетевого.

При длительной работе с максимальным током нагрузки температура внутри его корпуса достигала 40 °С при температуре окружающего воздуха 24 °С. Это значительно меньше, чем у многочисленных малогабаритных импульсных источников питания, входящих в комплекты различных бытовых электронных приборов. При токе нагрузки, равном половине заявленного максимального значения, они перегреваются на 35...55 °С.

Большинство деталей описываемого блока питания установлены на плате размерами 75×75 мм. Монтаж — двухсторонний навесной. В качестве корпуса применена пластмассовая распределительная коробка размерами 85×85×42 мм для наружной электропроводки. Блок в открытом корпусе показан на **рис. 2**, а его внешний вид — на **рис. 3**.

При изготовлении блока следует обратить особое внимание на фазировку обмоток трансформатора T1, начало и конец ни одной из них не должны быть перепутаны. Применённый трансформатор 3PMT10053000 (от упомянутого выше компьютерного блока питания) имеет также предназначенную для выпрямителя напряжения −12 В обмотку, которая в данном случае не использована. Взамен него можно применить почти любой подобный трансформатор. Для ориентировки при подборе трансформатора привожу значения индуктивности обмоток использованного: I — 2,4 мГн, II — 17 мкГн, III — 55 мкГн.

В качестве PA1 применён микроамперметр М68501 (индикатор уровня от отечественного магнитофона). Учтите, что микроамперметры этого типа различных лет выпуска имеют очень большой разброс сопротивления измерительного механизма. Если установить нужный предел измерения подборкой резистора R13 не удаётся, нужно включить последовательно с дросселем L4 проволочный резистор небольшого сопротивления (ориентировочно 0,1 Ом).

При градуировке микроамперметра неожиданно выяснилось, что он очень чувствителен к статическому электричеству. Поднесённая пластмассовая линейка могла отклонить стрелку прибора до середины шкалы, где она могла остаться и после того, как линейка была убрана. Устранить это явление удалось удалением имевшейся плёночной шкалы. Вместо неё была приклеена липкая алюминиевая фольга, которой были

оклеены и свободные участки корпуса. Экран из фольги следует соединить проводом с любым выводом микроамперметра. Можно попробовать обработать корпус микроамперметра антистатическим средством.

Напечатанную на принтере бумажную шкалу приклеивают на место удалённой. Образец шкалы изображён на **рис. 4**. Как видите, у этого микроамперметра она заметно нелинейна.

Резистор R1 — импортный невозгораемый. Вместо такого резистора можно установить проволочный мощностью 1...2 Вт. Отечественные металлоплёночные и углеродные резисторы в качестве R1 не подходят. Остальные резисторы общего применения (С1-14, С2-14, С2-33, С1-4, МЛТ, РПМ). Резистор R19 для поверхностного монтажа припаян непосредственно к выводам розетки XS1.

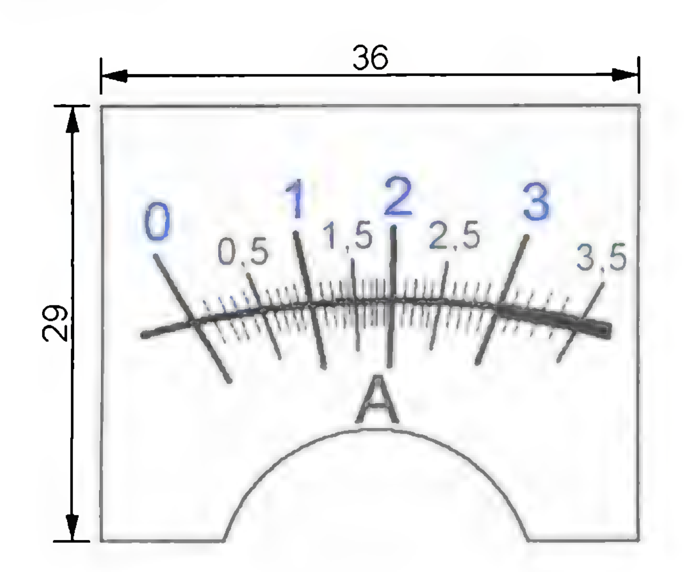


Рис. 4

Оксидные конденсаторы — импортные аналоги К50-68. Использование конденсаторов С15, С18, С19 с номинальным напряжением 10 В вместо часто применяемых в импульсных блоках питания оксидных конденсаторов на напряжение 6,3 В значительно повышает надёжность устройства. Плёночный конденсатор С2 ёмкостью 0,033...0,1 мкФ предназначен для работы на переменном напряжении 275 В. Остальные конденсаторы — импортные керамические. Конденсаторы С14, С17 припаяны между выводами соответствующих оксидных конденсаторов. Конденсатор С20 установлен внутри штекера XP2.

Мощная сборка диодов Шотки S30D40C взята из неисправного компьютерного блока питания. В рассматриваемом устройстве она может работать без теплоотвода. Заменить её можно на MBR3045PT, MBR4045PT, MBR3045WT. MBR4045WT. При максимальном токе нагрузки корпус этой сборки нагревается до 60 °С — это самый горячий элемент в устройстве. Вместо диодной сборки можно применить два обычных диода в корпусе DO-201AD, например, MBR350, SR360, 1N5822, соединив их параллельно. К ним со стороны выводов катодов нужно прикрепить дополнительный медный теплоотвод, показанный на **рис. 5**.

Вместо диодов 1N4005 подойдут 1N4006, 1N4007, UF4007, 1N4937, FR107, КД247Г, КД209Б. Диод FR157 можно заменить на FR207, FM207, FR307, PR3007. Один из перечисленных диодов подойдёт и вместо КД226Б. Заменой диода FR103 может служить любой из UF4003, UF4004, 1N4935GP, RG2D, EGP20C, КД247Б. Вместо стабилитрона BZV55C18 подойдут 1N4746A, TZMC-18.

Светодиоды HL1, HL2 — белого цвета свечения из узла подсветки ЖКИ сотового телефонного аппарата. Их приклеивают к микроамперметру цианакрилатным клеем. Транзистор KSP2222 можно заменить любым из PN2222, 2N2222, KN2222, SS9013, SS9014, 2SC815, BC547 или серии КТ645 с учётом различий в назначении выводов.

Полевой транзистор SSS2N60B извлечён из неисправного блока питания и установлен на ребристый алюминиевый теплоотвод с площадью охлаждающей поверхности 20 $см^2$, причём все выводы транзистора должны быть электрически изолированы от теплоотвода, при работе блока питания с максимальным током нагрузки этот транзистор нагревается всего до 40 °С. Вместо транзистора SSS2N60B можно применить SSS7N60B, SSS6N60A, SSP10N60B, P5NK60ZF, IRFBIC40, FQPF10N60C.



Рис. 5

Оптрон EL817 можно заменить другим четырёхвыводным (SFH617A-2, LTV817, PC817, PS817S, PS2501-1, PC814, PC120, PC123). Вместо микросхемы LM431ACZ подойдёт любая функционально аналогичная в корпусе ТО-92 (TL431, AZ431, AN1431T).

Все дроссели — промышленного изготовления, причём магнитопроводы дросселей L1, L2, L4 — Н-образные ферритовые. Сопротивление обмотки дросселя L4 — 0,042 Ом. Чем крупнее этот дроссель по размеру, тем меньше будет нагреваться его обмотка, тем точнее будет измерять ток нагрузки микроамперметр РА1. Дроссель L5 намотан на кольцевом магнитопроводе, чем меньше сопротивление его обмотки и чем больше её индуктивность, тем лучше. Дроссель L3 — надетая на вывод общего катода диодной сборки VD8 ферритовая трубка длиной 5 мм.

Штекер XP2 соединён с конденсатором С19 сдвоенным многожильным проводом 2×2,5 $мм^2$ длиной 120 см. Розетка XS1 USB-AF закреплена в отверстии корпуса устройства клеем.

Первое включение изготовленного устройства в сеть переменного тока производят без нагрузки через лампу накаливания мощностью 40...60 Вт на 235 В, установленную вместо плавкой вставки FU1. Предварительные испытания под нагрузкой выполняют, заменив FU1 лампой накаливания мощностью 250...300 Вт. Нити ламп накаливания при нормальной работе блока питания не должны светиться. Безошибочно изготовленное из исправных деталей устройство начинает работать сразу.

При необходимости подборкой резистора R13 можно установить показания амперметра. Подбирая резистор R14, устанавливают выходное напряжение блока питания равным 5...5,25 В. Повышенное напряжение компенсирует его падение на проводах, соединяющих блок с нагрузкой.

Изготовленный источник питания можно эксплуатировать совместно с доработанным USB-концентратором [1], к которому можно будет подключить до четырёх внешних жёстких дисков типоразмера 2,5 дюйма, работающих одновременно. Мощности будет достаточно и для питания, например, таких устройств, как [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бутов А.** Доработка USB-концентратора. — Радио, 2013, № 11, с. 12.

2. **Бутов А.** Преобразователь напряжения 5/9 В для питания радиоприёмников. — Радио, 2013, № 12, с. 24, 25.

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2016

Плёночный фоторезист в радиолюбительской практике

Д. КАЗАКОВ, г. Санкт-Петербург

Каждый радиолюбитель, занимающийся разработкой собственных устройств или повторением готовых конструкций по описаниям, наверняка не раз задавался вопросом: "Как изготовить высококачественную, аккуратную печатную плату?". Если лет десять назад ещё можно было нарисовать печатные проводники цапонлаком и заточенной спичкой, то сегодня всё чаще возникает необходимость в изготовлении плат для микросхем и компонентов с расстоянием между выводами 0,5, а то и 0,3 мм.

Автор опробовал различные способы изготовления печатных плат в домашних условиях и считает наиболее технологичным и повторяемым вариант с использованием негативного плёночного фоторезиста.

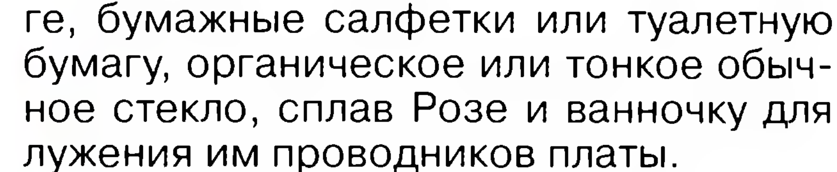
Негативный плёночный фоторезист — светочувствительная самоклеящаяся плёнка, например, общедоступная и недорогая Ordyl Alpha 350 (**рис. 1**), которая под действием ультрафиолетового излучения приобретает устойчивость к воздействию травящих медную фольгу растворов. Если наклеить эту плёнку на фольгированный стеклотекстолит, облучить её светом с определённой длиной волны (мягким ультрафиолетом) через шаблон с рисунком печатных проводников, то все участки фоторезиста, испытавшие воздействие ультрафиолетового излучения станут нерастворимыми. При травлении платы под ними сохранится медная фольга.

Большинство радиолюбителей считают, что эта технология сложна и требует множества различных приспособлений и реактивов, что в итоге оказывается неприемлемо дорого для домашнего применения. На самом деле это не так. Вот список инструментов и материалов, которые потребуются для работы:

— плёночный фоторезист (Ordyl Alpha 350 или аналогичный);
— липкая лента (лучше бумажная);
— кальцинированная сода или стиральный порошок;
— зубная щётка или кисточка;
— принтер для печати фотошаблонов (подойдёт любой);
— прозрачная плёнка для печати на принтере;
— утюг или ламинатор;
— источник ультрафиолетового излучения для экспонирования;
— раствор для травления печатной платы;
— ацетон или растворитель 646.

Как видим, чтобы вывести процесс создания плат на новый качественный уровень, требуется не так уж много. Всё можно найти в магазинах практически любого города. Ширина рулона фоторезиста — обычно 30 см, большинство продавцов предлагают любую длину, начиная с 1 м. Для начала освоения технологии больше и не требуется.

Полезно также иметь под рукой ножницы по металлу для резки стеклотекстолита, обычные ножницы для резки бумаги, зубочистку или иголку для очистки зазоров между печатными проводниками, резиновый шпатель или ракель для прикатывания фоторезиста к фольге, бумажные салфетки или туалетную бумагу, органическое или тонкое обычное стекло, сплав Розе и ванночку для лужения им проводников платы.



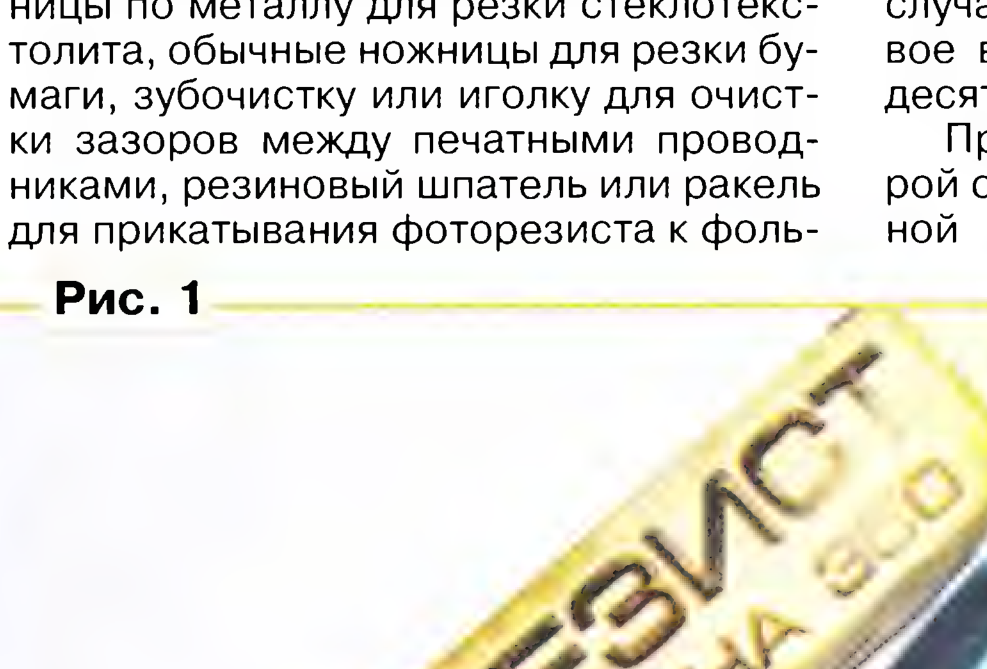


Рис. 1

Для подготовки рисунка печатных проводников платы небольшого размера лучше всего использовать программу Sprint Layout (**рис. 2**). Для более сложных плат тоже есть бесплатные программы, например KiCad. Рисунок печатают на прозрачной плёнке негативно (прозрачные проводники с чёрными зазорами между ними) и зеркально изображению, которое должно быть получено на плате (**рис. 3**). Встречается прозрачная плёнка, предназначенная для печати как на лазерных, так и на струйных принтерах. Разница лишь в температуре, которую она выдерживает без деформации. Для лазерной печати подходит только термостойкая плёнка. На её упаковке должно быть указано, что она предназначена для этого. Такую плёнку продают в любом компьютерном магазине. В крайнем случае её там можно заказать. На первое время будет достаточно пачки из десяти листов формата А4.

При печати из программы, в которой создан чертёж проводников печатной платы, задайте негативную зеркальную печать. Например, в Sprint Layout следует отметить соответствующие пункты в поле "Параметры" окна предварительного просмотра, как показано на рис. 3. Если же чертёж платы напечатан в журнале "Радио", отсканируйте его с разрешением не хуже 300 dpi, затем откройте полученный файл в графическом редакторе, обрежьте всё лишнее, а перед выводом на печать сделайте изображение негативным.

Внимательно рассмотрите напечатанный фотошаблон на просвет. Чёрные участки не должны пропускать свет. Если их прозрачность заметна на

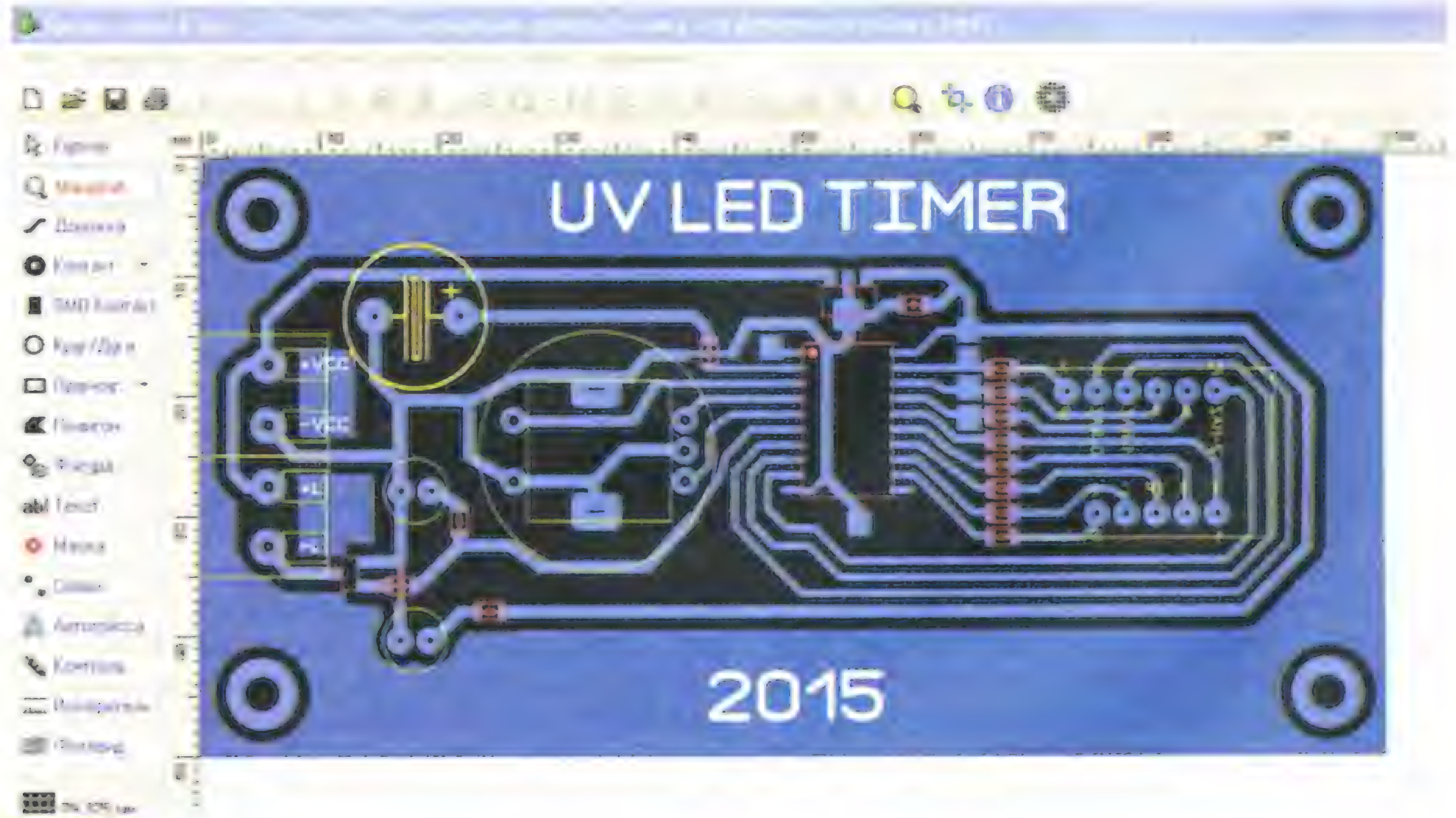


Рис. 2

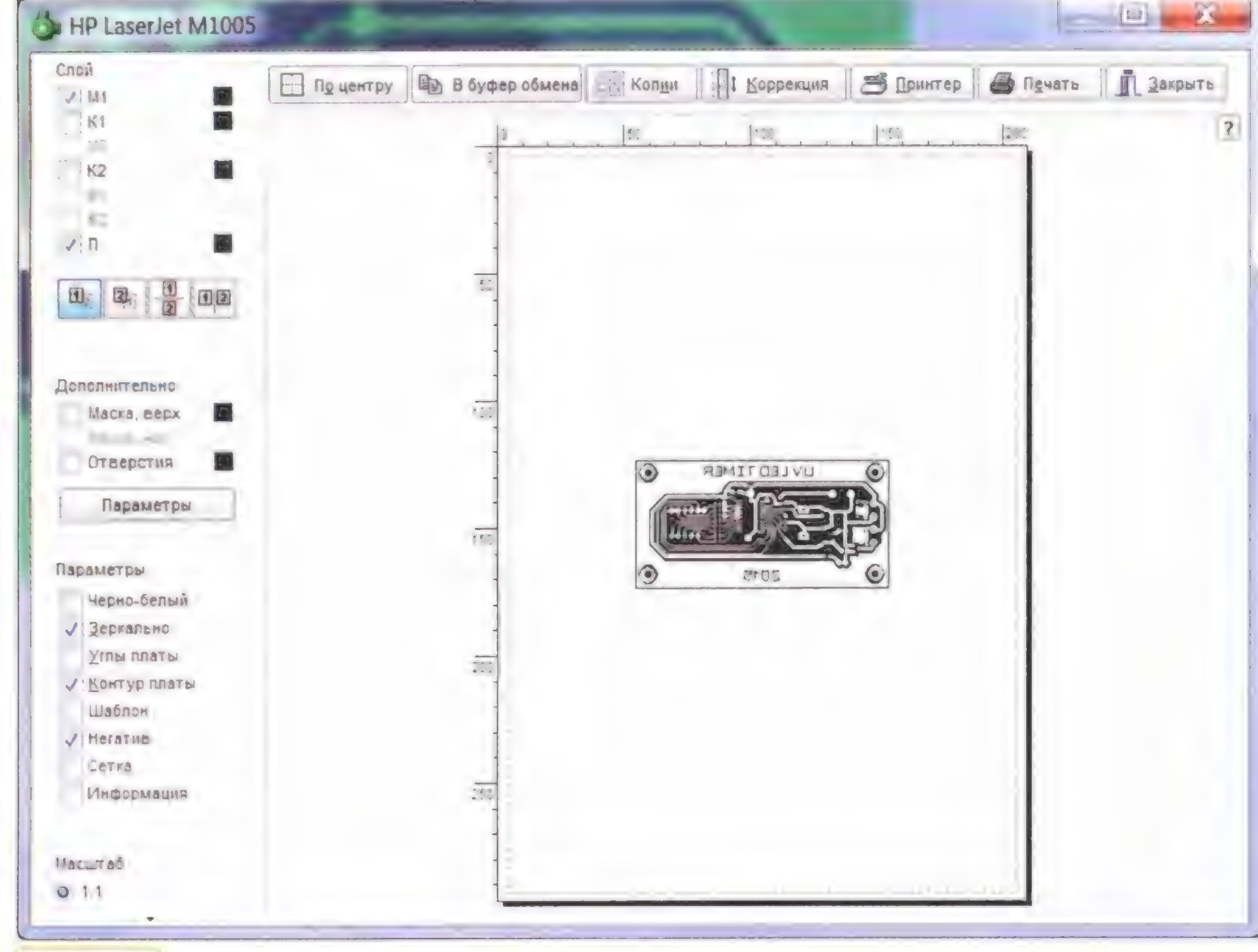


Рис. 3

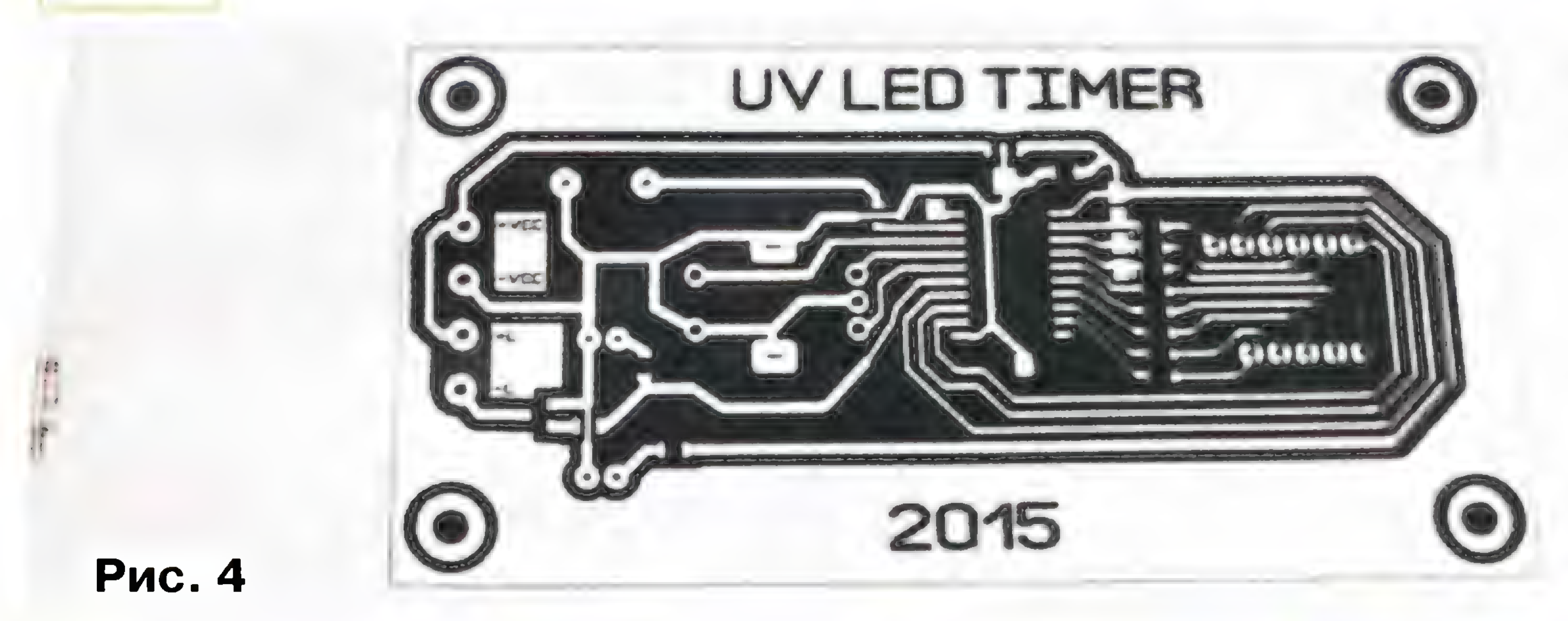


Рис. 4

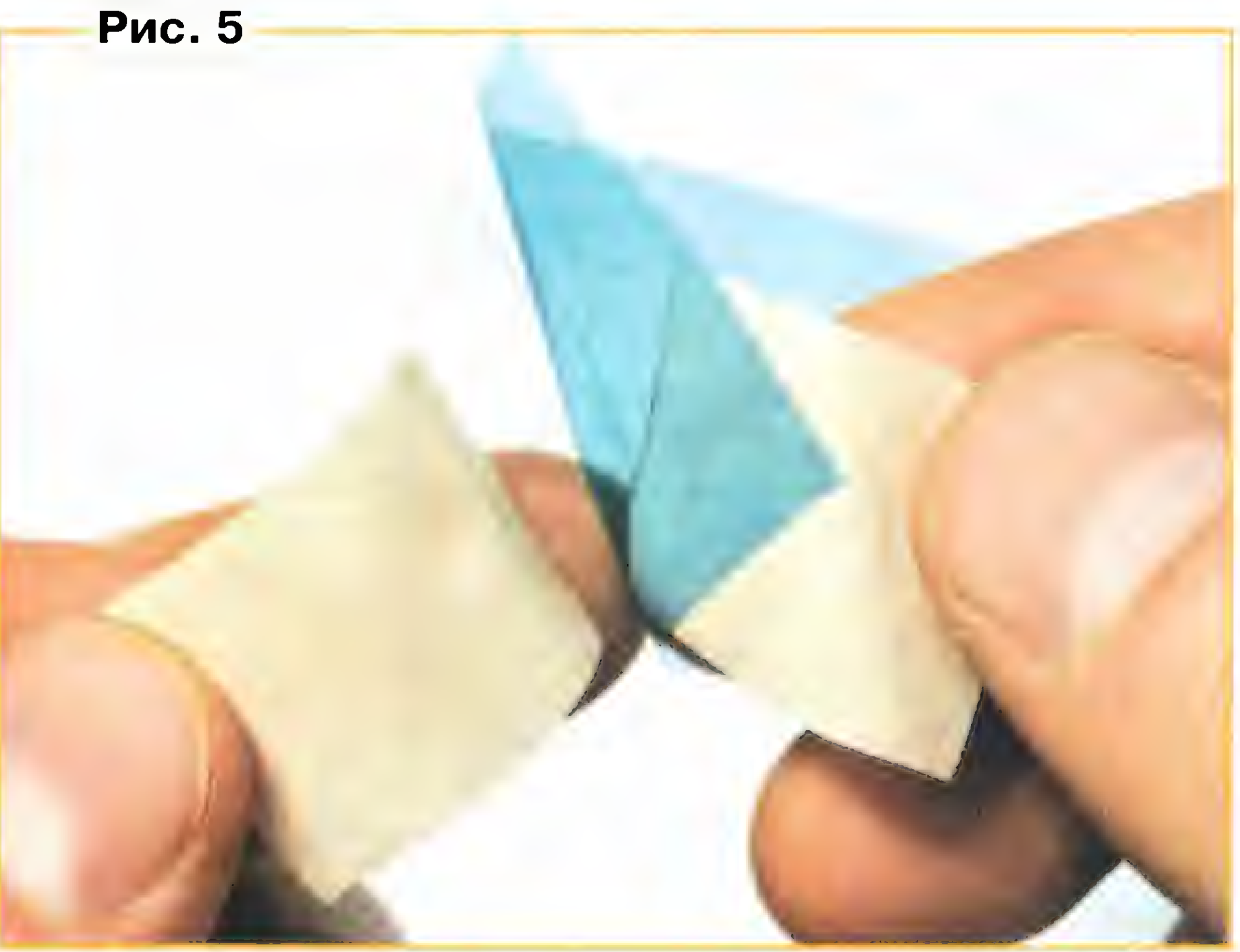


Рис. 5



Рис. 6

глаз, попробуйте напечатать фотошаблон на другом принтере или сложите два одинаковых фотошаблона вместе. В последнем случае важно не допустить их взаимного смещения, иначе края проводников получатся размытыми. Готовый фотошаблон показан на **рис. 4**.

Вырежьте из фольгированного стеклотекстолита заготовку платы, оставив с каждой её стороны припуски шириной 10 мм. Дело в том, что на краях заготовки фоторезист может отслаиваться. Обычно ширина отслоений не превышает 0,5...1 мм, но для первого раза лучше сделать припуски побольше. Стеклотекстолит толщиной до 1,5 мм удобно резать ножницами по металлу. Они дают ровный срез без сколов и заусенцев.

Поверхность фольги следует очистить от окислов и грязи до равномерного зеркального блеска. Для этого удобно применять порошкообразное чистящее средство, например "Пемолюкс", нанося его обратной стороной губки для мытья посуды. При этом происходит как механическая очистка поверхности, так и удаление жировых пятен с помощью входящих в состав чистящего средства поверхностно-активных веществ.

Используя заготовку платы как шаблон, отрежьте от листа фоторезистивной плёнки ножницами для бумаги прямоугольник нужного размера. Учтите, чтобы избежать нежелательной засветки, любые манипуляции с фоторезистом следует проводить в затемнённом помещении или при свете красного фонаря. Хранить остатки плёнки следует в чёрном пакете либо обернуть рулон пищевой фольгой.

Далее нужно снять защитную плёнку с той стороны фоторезиста, которая должна прилипнуть к фольге. Сделать это проще всего с помощью двух отрезков бумажной липкой ленты, наклеенных на угол прямоугольника из фоторезистивной плёнки с противоположных сторон липкими слоями внутрь. Чтобы отделить защитную плёнку, потяните наклеенные отрезки в противоположные стороны, как бы отклеивая их один от другого (**рис. 5**). За одним из них потянется защитная плёнка.

Ровно наклеить фоторезист на заготовку платы можно разными способами. Мне нравится метод влажной прикатки. Для этого после промывки стеклотекстолита оставьте его поверхность сырой. Если моющее средство хорошо смыто, вода должна покрыть всю фольгу тонким слоем и удерживаться силами поверхностного натяжения. Смочите водой липкую сторону фоторезиста и приложите его к мокрой фольге. Вода не даст фоторезисту приклеиться, поэтому его можно с лёгкостью выровнять на заготовке. Затем выдавите лишнюю воду к краям заготовки. Это удобнее всего делать мягким резиновым шпателем. Такие обычно продают в магазинах "Всё для ремонта" и применяют для затирки швов между кафельными плитками. Когда вся вода будет удалена, фоторезист прилипнет к фольге. Следует проследить, чтобы под слоем фоторезиста не осталось водяных и воздушных пузырей, все они должны быть выдавлены к краям.

После правильной прикатки фоторезист должен прочно держаться на фольге и не сдвигаться при надавливании пальцем. Если всё сделано правильно, пузырей нет, фоторезист лёг ровно, приступайте к его термозакреплению. Лучше использовать ламинатор, но если его нет, можно просто прогладить утюгом. Температура утюга не должна быть выше 90 °C, иначе плёнка может деформироваться.

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Я использую утюг с регулятором температуры, установленным на "Шёлк/Silk". Заготовку платы следует положить на твёрдую поверхность фоторезистом вверх и накрыть её бумажным листом формата А4. Достаточно просто прогреть плату по всей площади, давить и прикатывать не следует. Фоторезист размягчится и прочно приклеится к меди. Этим способом удаётся приклеить даже старый, засохший и считавшийся негодным фоторезист.

На покрытую фоторезистом поверхность заготовки платы следует наложить подготовленный ранее фотошаблон и плотно прижать его прозрачным для ультрафиолетового излучения органическим или тонким обычным стеклом. Если шаблон напечатан "зеркально", прикладывайте его тонером или чернилами к фоторезисту. Так достигается максимальная плотность прилегания и исключается паразитная боковая засветка.

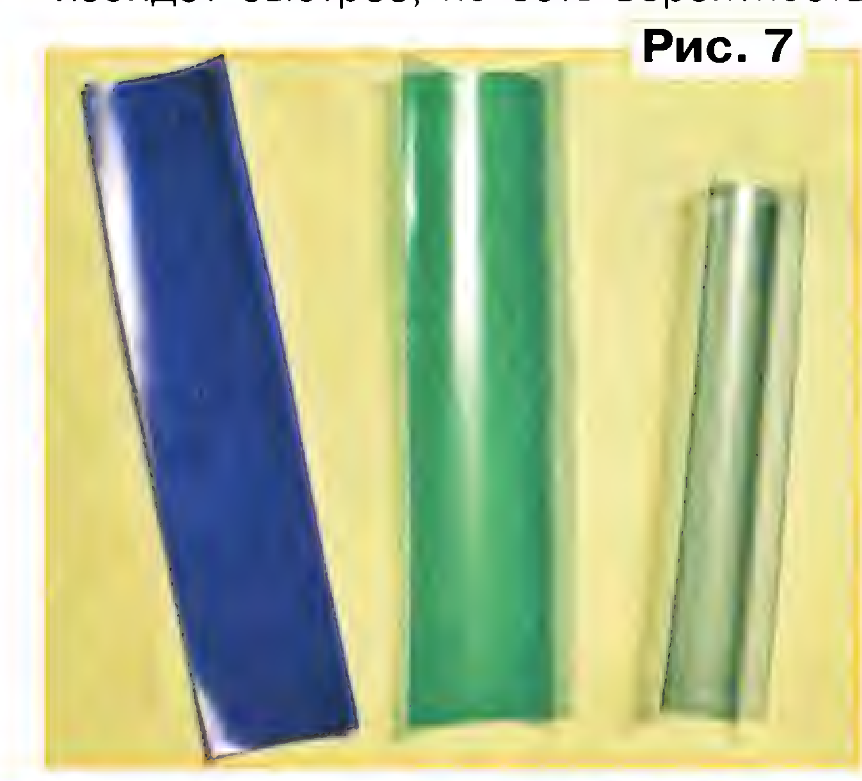
Фоторезист максимально чувствителен к свету определённой длины волны. Пик чувствительности лежит в интервале 350...390 нм. Такой свет излучают так называемые "чёрные" дискотечные лампы, устройства для отверждения лака для ногтей и некоторые светодиоды. Основное преимущество светодиодных источников ультрафиолета в том, что для выхода на максимальную светоотдачу они не требуют предварительно прогрева, а это значит, что процесс можно автоматизировать.

Процесс экспонирования показан на **рис. 6**. Используется светодиодный источник ультрафиолетового излучения с таймером, описанный в моей статье "Устройство для экспонирования фоторезиста" ("Радио", 2016, № 3, с. 35—37). Время экспозиции зависит от марки фоторезиста, интенсивности потока излучения и длины волны. Поскольку после неё фотохимические процессы в фоторезисте продолжаются, для закрепления результата лучше всего выдержать плату в темноте в течение 10... 15 мин. Проще всего это сделать, вложив экспонированную заготовку в книгу.

Оптимальную продолжительность экспонирования легко установить экспериментально. Для этого нужно сделать пробную заготовку платы и в процессе экспозиции каждые 30 с постепенно надвигать на неё непрозрачную пластину, отмечая время воздействия ультрафиолетового излучения на каждый участок. Затем во время проявления посмотреть, участок с какой экспозицией получился лучше всего. Неэкспонированные участки фоторезиста должны смываться за одну-две минуты, экспонированные не должны смываться вообще.

Приведу результаты, полученные экспериментально при экспонировании фоторезистов разных марок на установке с описанным в упомянутой выше статье излучателем из 96 светодиодов при их расстоянии 5 см от экспонируемой поверхности. МПФ-ВЩ-50 (Россия) — 720 с, Ordyl Alpha 350 (Италия) — 150 с, марка неизвестна (Китай) — 170 с. Образцы фоторезистов этих марок показаны на **рис. 7** (слева—направо).

Пока идёт экспонирование, приготовьте для проявления изображения раствор кальцинированной соды из расчёта одна чайная ложка на стакан воды. Вода должна быть комнатной температуры. Если она горячая, удаление неэкспонированных участков произойдёт быстрее, но есть вероятность образования рваных краёв или смывания узких проводников. Концентрация раствора также влияет на процесс. Насыщенный раствор проявляет быстрее, но есть вероятность испортить плату. Вместо кальцинированной соды можно применять любой стиральный порошок. Результат будет таким же, но раствор порошка пенится и мутнеет.


Рис. 7

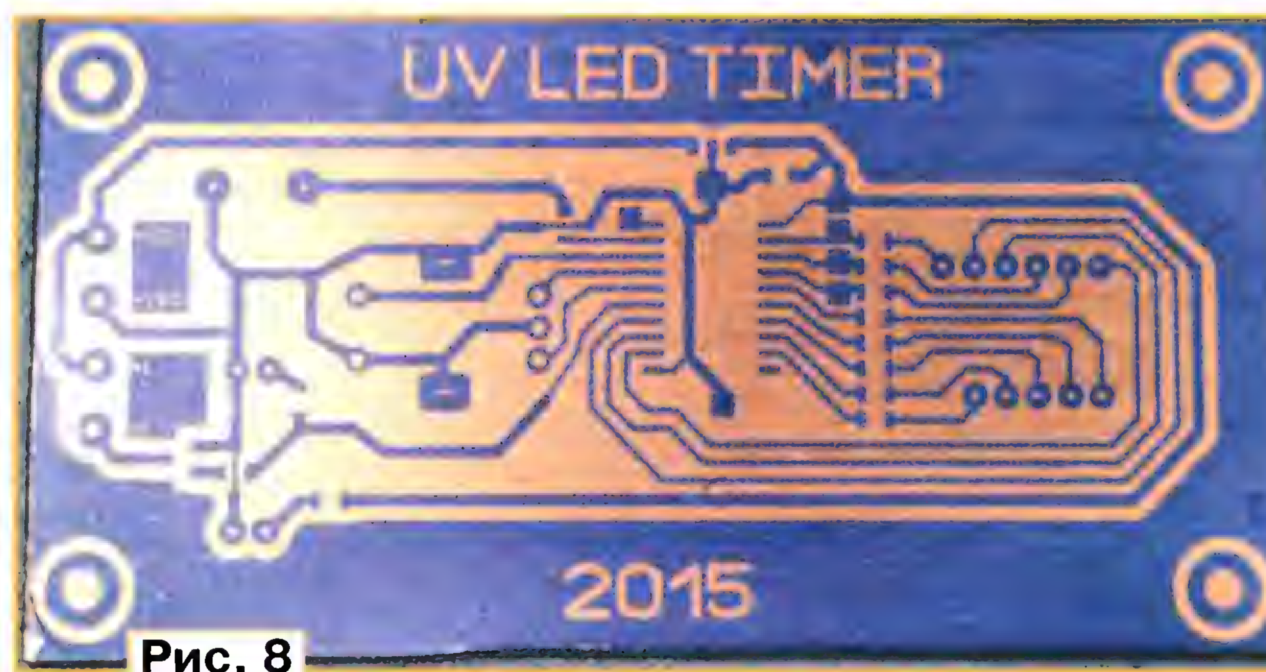


Рис. 8

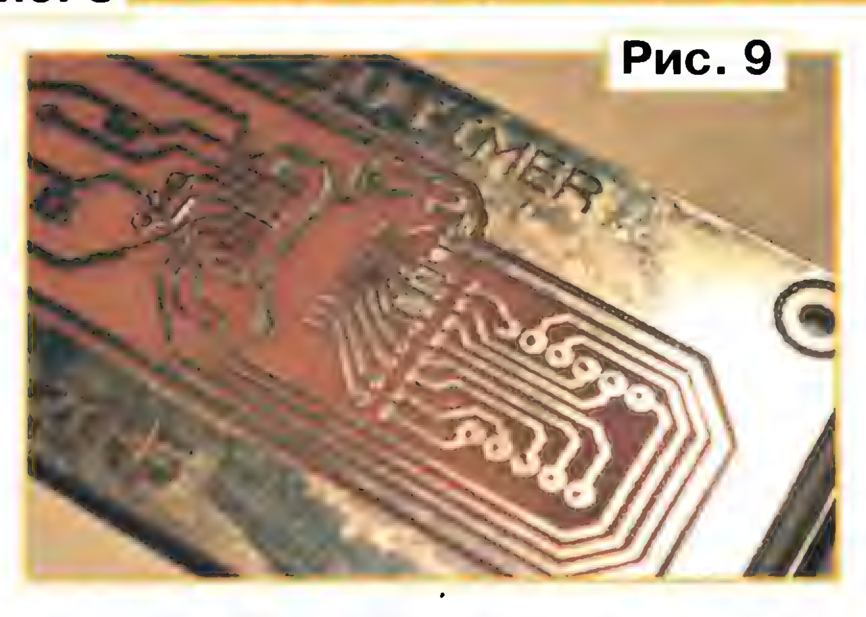


Рис. 9

После экспонирования платы не забудьте снять с фоторезиста вторую защитную плёнку, с ней проявления не произойдёт. Чтобы быстрее смыть неэкспонированные участки фоторезиста, можно водить по плате кистью или мягкой зубной щёткой. Оторвать участки экспонированного фоторезиста от фольги очень сложно.

Когда на незасвеченных участках фоторезиста станет видна фольга, промойте плату под краном в потоке прохладной воды. При этом тереть её не следует, достаточно смыть с поверхности остатки раствора. Затем положите плату на бумажную салфетку и промакивающими движениями осушите её поверхность. Если в узких зазорах между печатными проводниками остался невымытый фоторезист, удалите его зубочисткой или иголкой.

Заготовка платы после проявления рисунка печатных проводников показана на **рис. 8**. Если где-нибудь образовались кратеры от воздушных пузырьков или мусора, их можно аккуратно закрасить перманентным водостойким маркером. Но если процесс пошёл неправильно и результат явно неудовлетворительный, фоторезист всегда можно смыть. Для этого смочите его ацетоном и подождите несколько минут до начала шелушения слоя.

Для травления медной фольги пригодны растворы хлорного железа, персульфата аммония и медного купороса. Но я рекомендую использовать раствор на основе гидроперита и лимонной кислоты. Его состав: гидроперит — 3 таблетки, вода — 100 мл, лимонная кислота — 30 г, поваренная соль — 30 г. Вместо гидроперита и воды можно пользоваться раствором перекиси водорода. Для получения большего объёма раствора количество каждого компонента увеличивают пропорционально. Перед началом травления раствор можно подогреть в микроволновой печи до температуры 50...60 °С.

В 100 мл раствора температурой 50 °С двухсторонняя плата размерами 50×50 мм при постоянном покачивании кюветы вытравливается за 3...5 мин. При этом процесс протекает без запаха, грязи и не оставляет вокруг на столе ржавых потёков. После травления необходимо снять с поверхности проводников фоторезист. Для этого удобнее всего применить ацетон или растворитель 646. Капните его на плату и распределите по всей поверхности. Через 2...3 мин смойте отшелушившийся слой тёплой водой под краном, протирая плату губкой для мытья посуды.

Лужение печатных проводников обеспечивает эстетичный внешний вид платы (**рис. 9**) и защиту меди от окисления. Я использую для лужения сплав Розе. Плату необходимо погрузить в кипящую воду, в которую добавлена чайная ложка лимонной кислоты и две столовые ложки поваренной соли. Кислота снимает с меди окисную плёнку, а соль повышает температуру кипения воды, что уменьшает количество пузырьков, которые мешают наблюдать за процессом растирания сплава по плате. Излишки сплава лучше всего удалять в процессе лужения резиновым шпателем, это позволяет получить ровную глянцевую поверхность залуженной фольги без наслоений сплава.

Плата практически готова, осталось просверлить в ней все необходимые отверстия и запаять детали. Советую сверлить отверстия именно на последнем этапе — лудить заготовку гораздо удобнее без отверстий.

Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 607-88-18

Точные часы "АССОРТИ"

Н. САЛИМОВ, г. Ревда Свердловской обл.

В предлагаемой вниманию читателей статье описывается конструкция часов, состоящих из четырёх функционально законченных модулей. Точность их хода обеспечивается микросхемой DS3231SN — часами реального времени с интегрированным термокомпенсированным кварцевым резонатором. Информация о времени выводится на модуль индикации, управление всеми процессами возложено на модуль микроконтроллера. Четвёртый модуль обеспечивает питанием перечисленные модули.

Схема модуля управления изображена на **рис. 1**, чертёж его платы — на **рис. 2**, на **рис. 3** — схема расположения деталей на ней. Основа модуля — микроконтроллер ATmega8-16PU. Транзистор VT1 усиливает сигналы будильников, генерируемых микроконтроллером, для подачи на звуковой излучатель HA1. Резистор R5 ограничивает ток базы этого транзистора. Резисторы R1, R2 и конденсаторы C1, C2 обеспечивают работу энкодера S1. Резисторы R3, R4, конденсатор C3 и диод VD1 — цепь начальной установки микроконтроллера при включении питания. Резисторы R6, R7 задают ток светодиодов HL1, HL2.

Микроконтроллер может работать как с внешним кварцевым резонатором ZQ1, так и с внутренним RC-генератором. В последнем случае кварцевый резонатор и конденсаторы C4, C5 не нужны, а выводы 9 и 10 микроконтроллера оставляют свободными. Не-

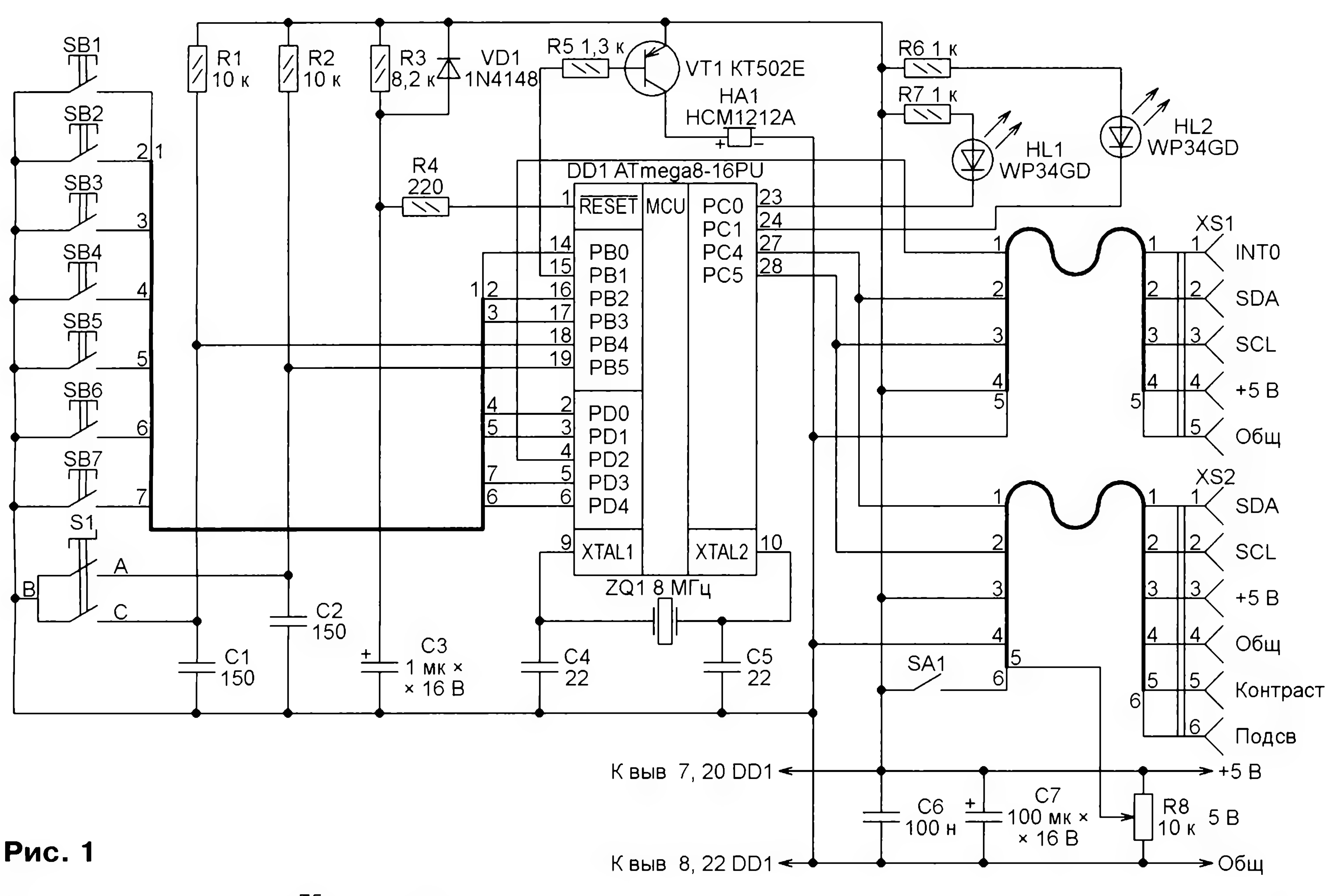
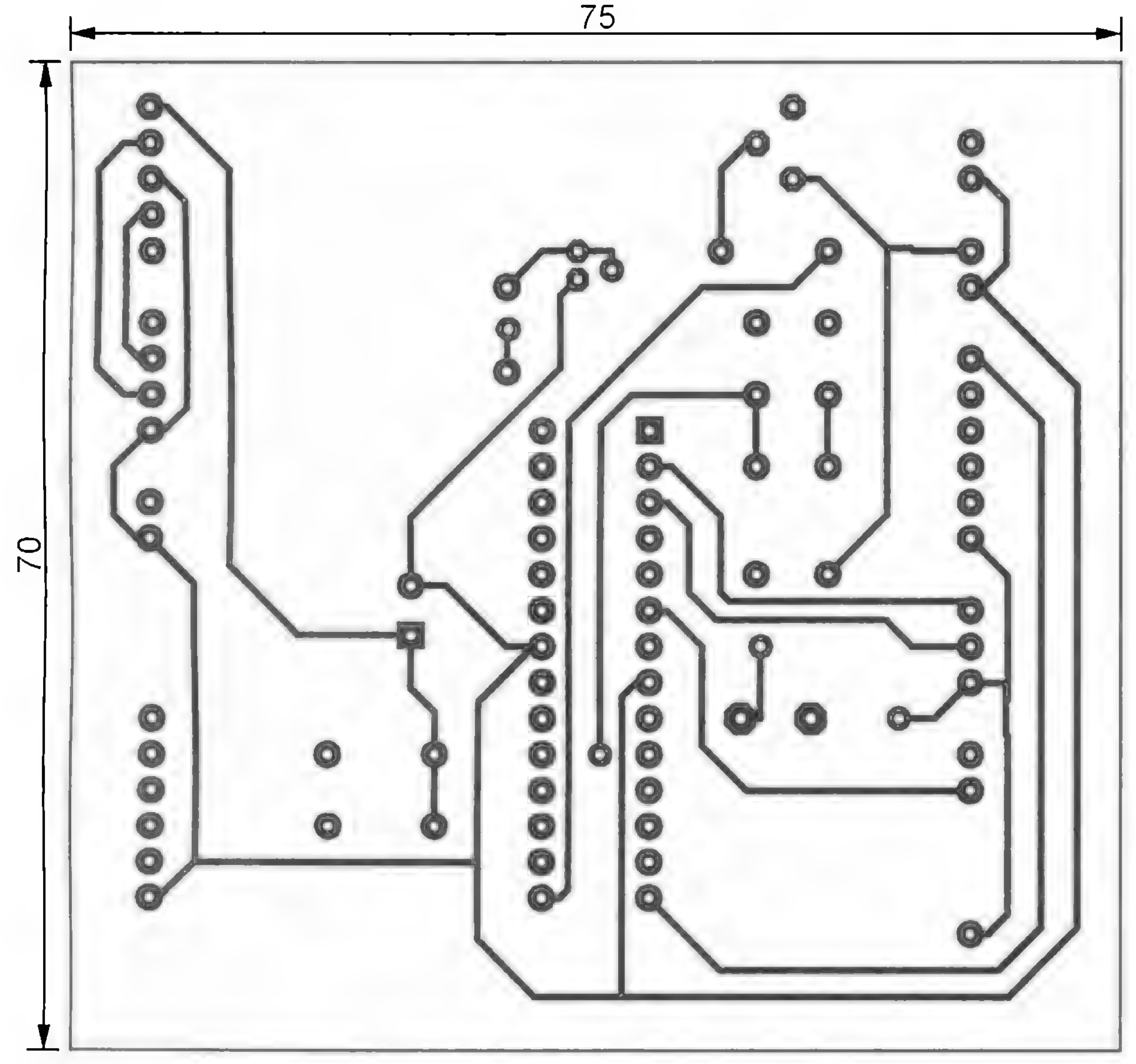


Рис. 1



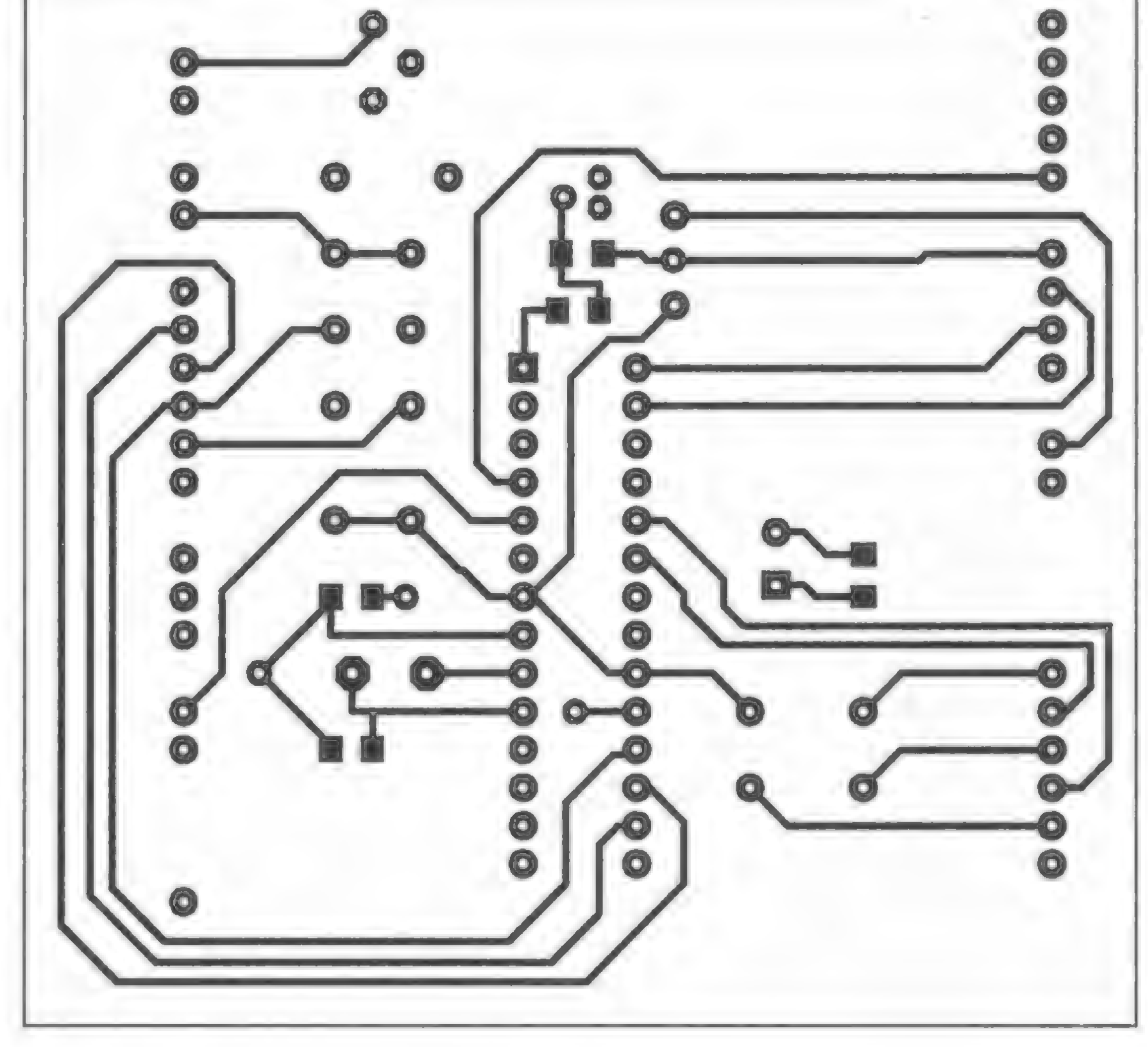


Рис. 2

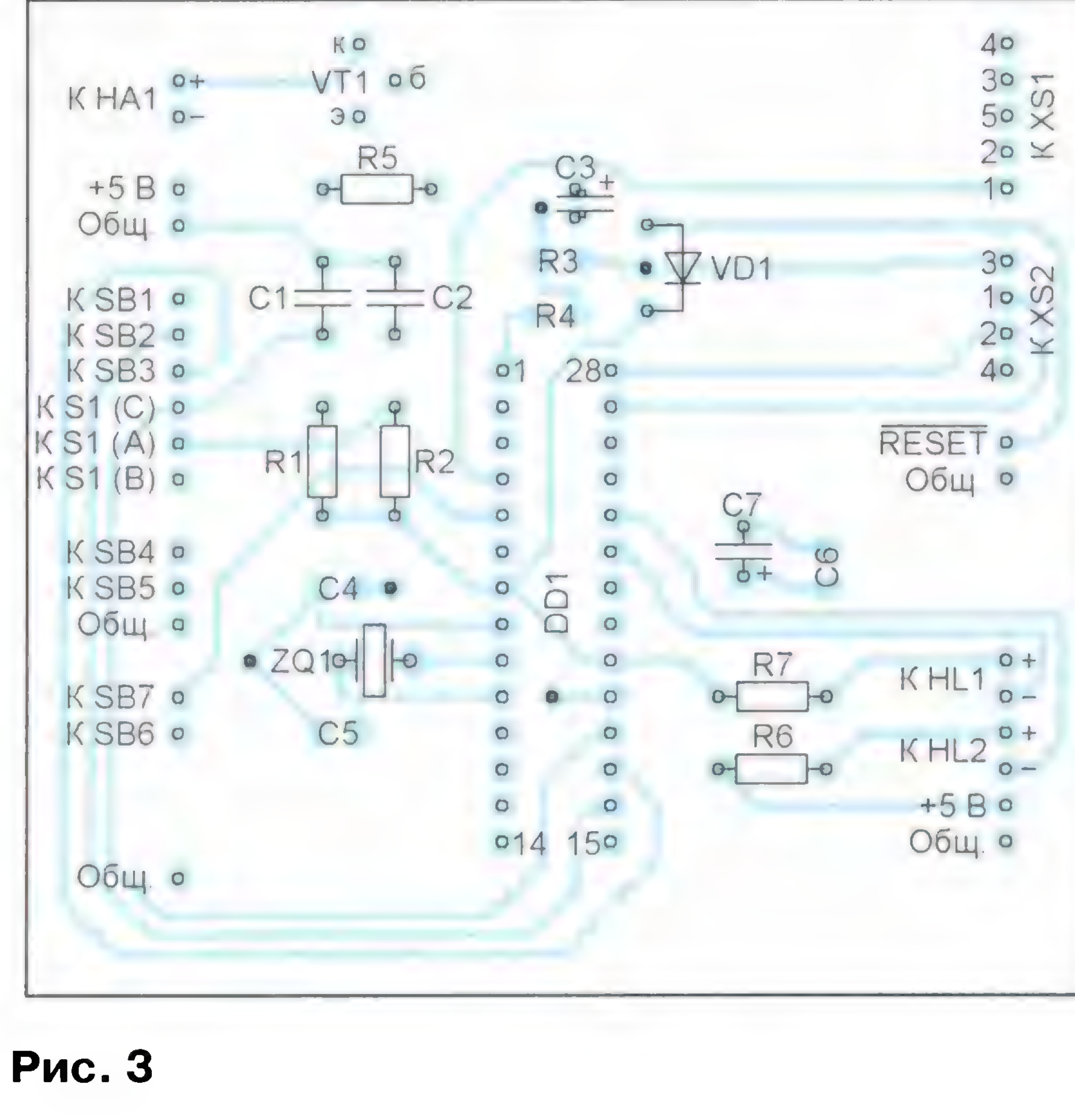


Рис. 3

Рис. 4

которые элементы, показанные на схеме (энкодер, кнопки, светодиоды, электромагнитный излучатель звука, выключатель подсветки индикатора), фактически находятся вне платы модуля.

Схема модуля часов реального времени изображена на **рис. 4**, а чертёж её печатной платы — на **рис. 5**. Схема — типовая для микросхемы DS3231SN. Питание и все сигналы выведены на разъём XP1.

Модуль сопряжения с индикатором собран по схеме, показанной на **рис. 6**, на печатной плате, изображённой на **рис. 7**. Задача этого модуля — преобразовать параллельный интерфейс ЖКИ МТ-10S1 в последовательный интерфейс I^2C, что сокращает до двух число выводов микроконтроллера, занятых обменом информацией с индикатором. Перемычка S1 служит для установки адреса ведомого модуля на шине I^2C. Если она установлена в положение 1-2, адрес равен 0x72 (0x42), а в положении 2-3 он равен 0x70 (0x40). В скобках указаны значения адреса при использовании микросхемы PCF8574 без индекса А. Прилагаемая к статье программа рассчитана на адрес 0x70. Изменить его можно, присвоив соответствующее значение константе AdrPCF.

На разъём XP1 подают питание и внешние сигналы. К контактным площадкам группы XT1 присоединяют ЖКИ МТ10-S1.

Схема модуля питания и чертёж его печатной платы ввиду простоты не приводятся. Он собран по стандартной схеме из трансформатора ТП123-3, выпрямительного моста КЦ405Г и интегрального стабилизатора напряжения +5 В LM7805C.

В основном режиме работы часы в течение 5 с показывают текущее время и день недели, а затем ещё 5 с текущую дату. После нажатия на кнопку SB2 время на индикатор выводится с указанием секунд. Следующее нажатие на ту же кнопку обнуляет секунды, что позволяет установить точное время. Нажатие на кнопку SB3 переводит часы в режим просмотра установленного времени подачи сигналов будильников 1 и 2. Кнопка SB7 служит для включения и выключения будильников. Когда они включены, светят светодиоды HL1 и HL2. Текущее состояние (включены или выключены) микроконтроллер запоминает в EEPROM. Если будильники включены, по достижении установленного времени звучат одноголосные мелодии, записанные в памяти микроконтроллера. Программная реализация мелодий взята из книги А. В. Белова "Создаём устройства на микроконтроллерах" (С.-Пб.: Наука и Техника, 2007).

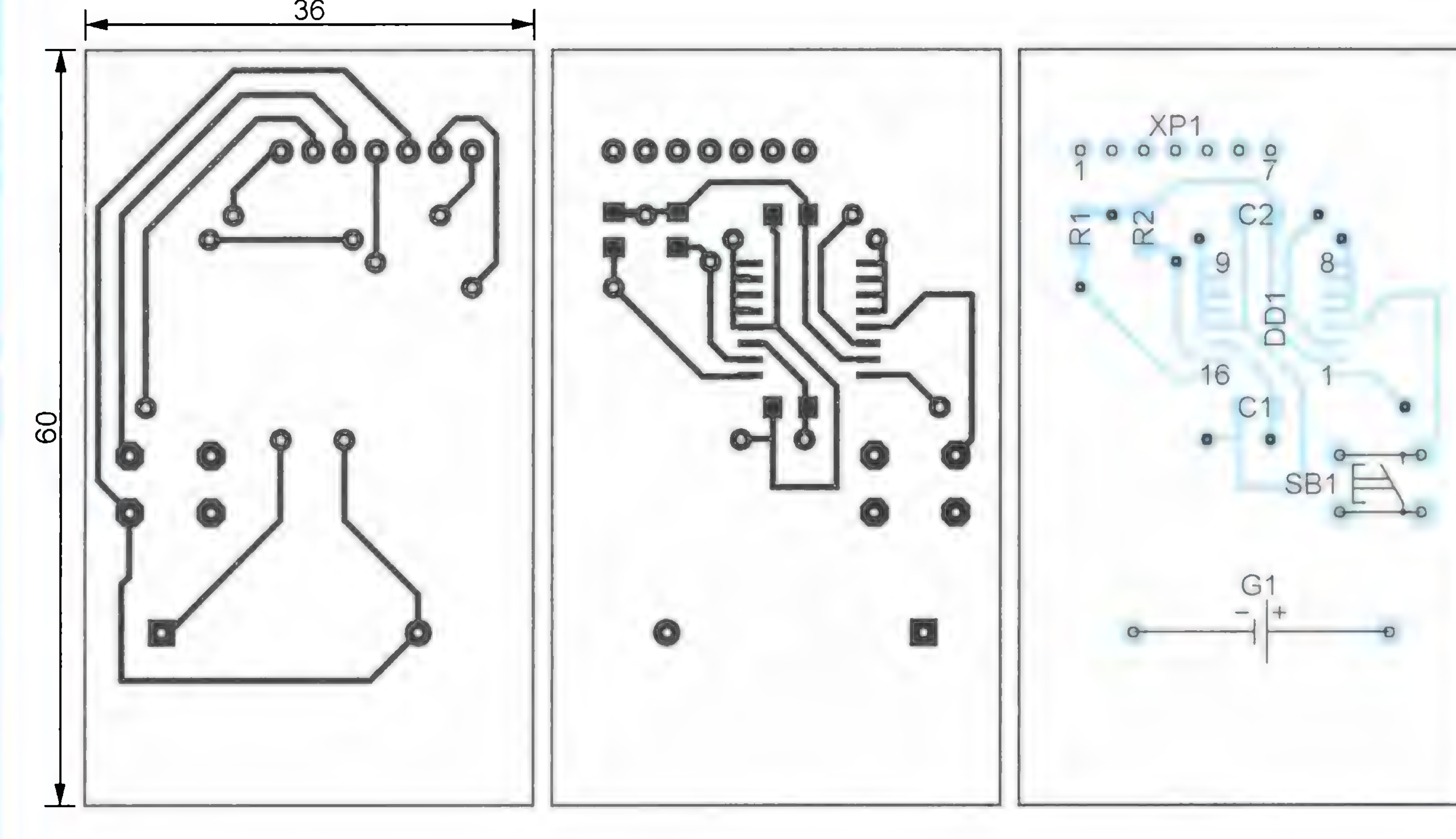


Рис. 5

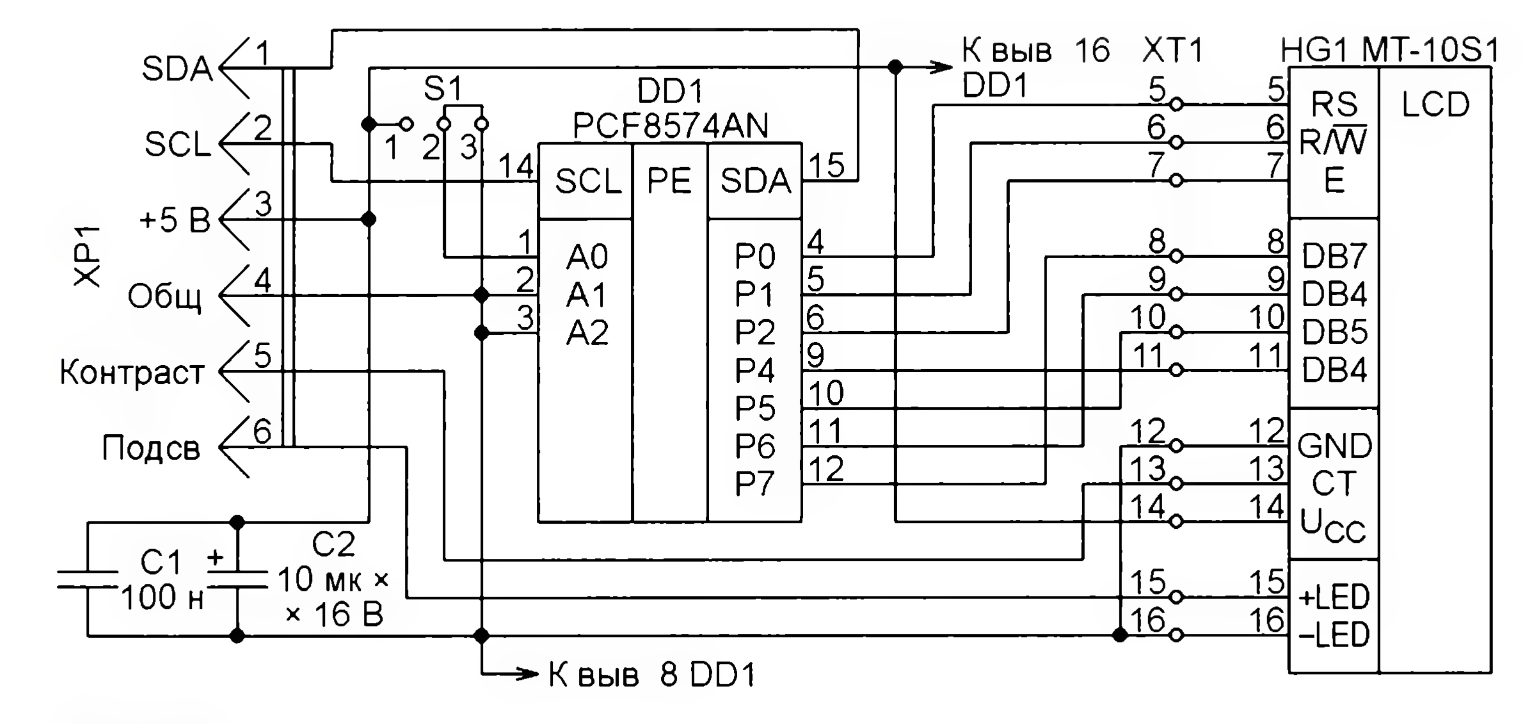
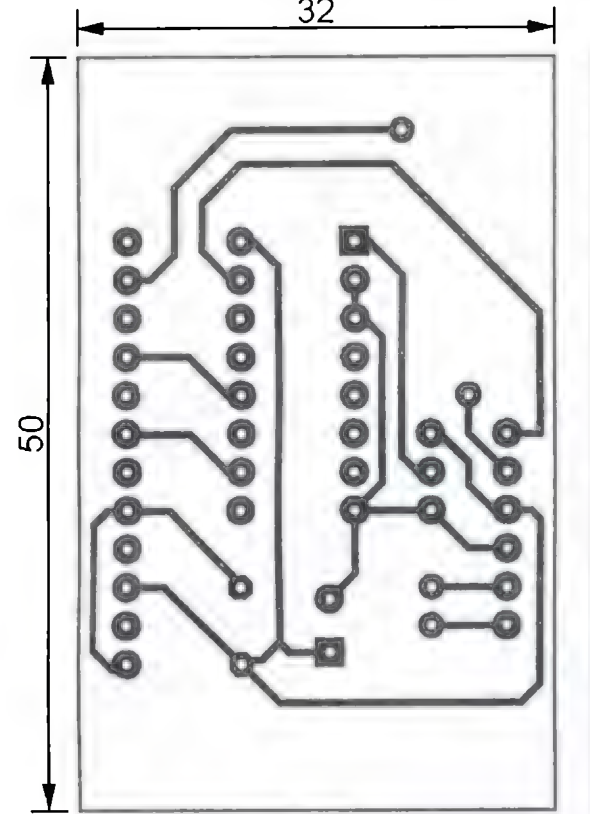
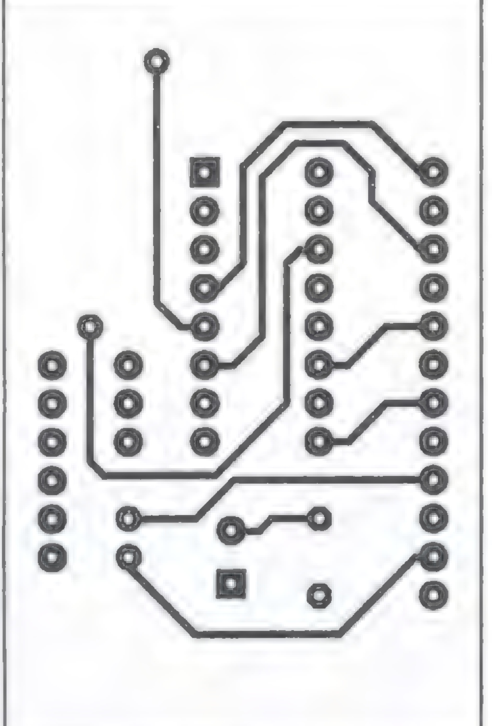


Рис. 6

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-28-38





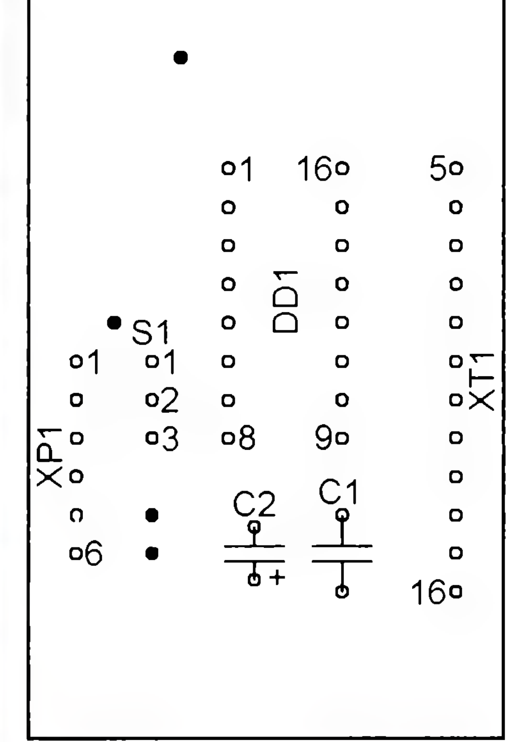


Рис. 7



Рис. 8

Разряд	С кварц. резонатором	С RC-генератором	Разряд	С кварц. резонатором	С RC-генератором
RSTDISBL	1	1	BODLEVEL	1	1
WDTON	1	1	BODEN	0	0
SPIEN	0	0	SUT1	0	0
CKOPT	1	1	SUT0	1	0
EESAVE	0	0	CKSEL3	1	0
BOOTZ1	0	0	CKSEL2	1	1
BOOTZ0	0	0	CKSEL1	1	0
BOOTRST	1	1	CKSEL0	1	0

В описываемой конструкции для ввода информации в регистры микросхемы часов реального времени использованы кнопки в комбинации с энкодером. Работу с энкодером разрешают нажатием на кнопку SB1. После входа в этот режим энкодером устанавливают на индикаторе числа от 1 до 12, соответствующие регистрам часов: 1 — секунды, 2 — минуты, 3 — часы, 4 — день недели, 5 — число, 6 — месяц, 7 — год. Регистры будильника 1: 8 — секунды, 9 — минуты, 10 — часы. Регистры будильника 2: 11 — минуты, 12 — часы.

Подтверждают выбор регистра нажатием на кнопку SB6. Далее следует установить энкодером нужное значение выбранного параметра и записать его в регистр нажатием на кнопку SB5. Возврат в режим показа текущего времени — нажатие на кнопку SB4.

Все модули часов и другие детали смонтированы в пластмассовом корпусе размерами 195×155×65 мм, вид передней панели которого показан на **рис. 8**. Соединения между платами можно выполнить с помощью однорядных разъёмов серий PLS (вилки) и PBS (розетки). Микроконтроллер ATmega8-16PU можно заменить другим из этой серии, переделав при необходимости печатную плату. Вместо энкодера указанного на схеме типа подойдёт энкодер колеса прокрутки, снятый с неисправной компьютерной мыши.

Конфигурация микроконтроллера для работы с кварцевым резонатором или с внутренним RC-генератором приведена в **таблице**.

Уход показаний часов за месяц на 3 с — неплохой показатель. Что касается вариаций хода, то при изменениях температуры они всё же заметны даже в домашних условиях.

***От редакции**. Программа микроконтроллера имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/04/assorti.zip** на нашем FTP-сервере.*

Автоматический ночник — из газонного светильника

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Предлагаемое вниманию читателей устройство собрано на основе светодиодного газонного светильника — от него использованы корпус и солнечная батарея, которая работает как датчик освещённости. Ночник питается от сети и автоматически включается с наступлением темноты. Потребляемый при этом ток — около 25 мА. С наступлением светлого времени суток или при включении источника света ночник выключается и потребляемый ток уменьшается до 1...1,5 мА.

Схема ночника показана на **рис. 1**. Сетевое напряжение через балластный конденсатор C1 поступает на диодный мост, где выпрямляется, и затем пульсирующее напряжение подаётся на источник света — светодиоды EL1—EL4, а также через резистор R4 поступает на затвор транзистора VT2. Конденсатор C2 сглаживает пульсации, а стабилитрон ограничивает напряжение на уровне 8,2 В. Если солнечная батарея затемнена, напряжения на её выходе недостаточно для открывания транзистора VT1, поэтому транзистор VT2 открыт, питающее напряжение поступает на светодиоды, и они светят. Конденсатор C4 сглаживает пульсации питающего напряжения, а ток через светодиоды ограничен конденсатором C1.

Если освещение увеличивается, напряжение солнечной батареи повышается и транзистор VT1 открывается. Напряжение затвор—исток уменьшается, и транзистор VT2 закрывается, в результате чего светодиоды гаснут, а потребляемый устройством от сети ток

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

уменьшается. Чтобы переключение происходило скачком, введён резистор R5, который обеспечивает положительную обратную связь. В результате получился триггер Шмитта с эмиттерной связью. Если транзистор VT2 открыт, через него и резистор R5 протекает ток, задаваемый конденсатором C1 на уровне 20...25 мА. Напряжение на резисторе R5 является закрывающим для транзистора VT1. Этот транзистор откроется, когда напряжение на его базе превысит примерно на 0,6 В напряжение на резисторе R5. В этом случае транзистор VT2 закрывается, напряжение на резисторе R5 уменьшается, поэтому транзистор VT1 открывается ещё больше. Чтобы он закрылся, освещение должно быть меньше, чем при его открывании, другими словами, наличие резистора R5 обеспечивает не только переключение транзисторов скачком, но и гистерезис при переключении. Порог срабатывания устанавливают подстроечным резистором R2, а гистерезис — резистором R5. Следует учесть, что эти настройки взаимосвязаны, поэтому их следует повторить несколько раз. Резистор R3 ограничивает бросок тока при зарядке конденсатора C1, а резистор R1 обеспечивает его разрядку после отключения от сети.

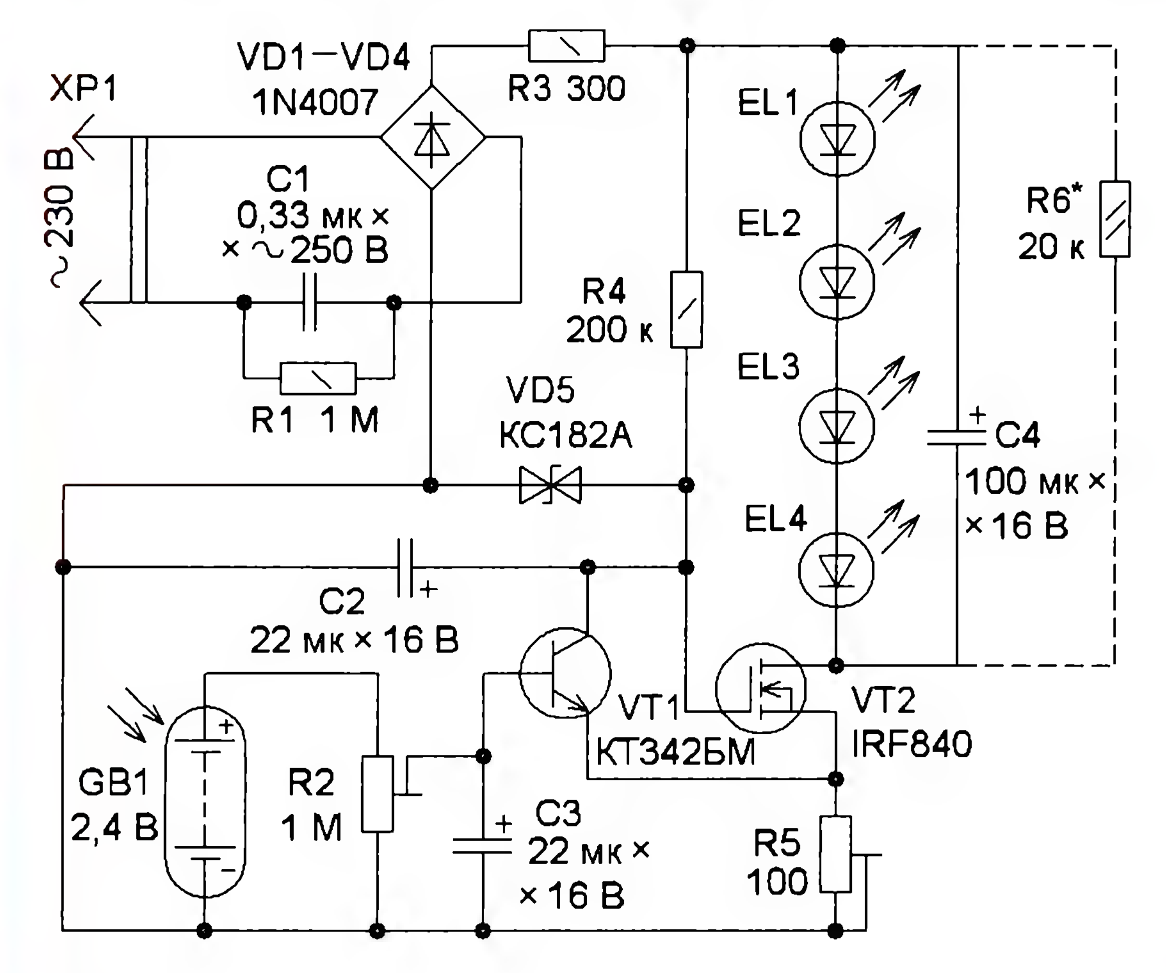
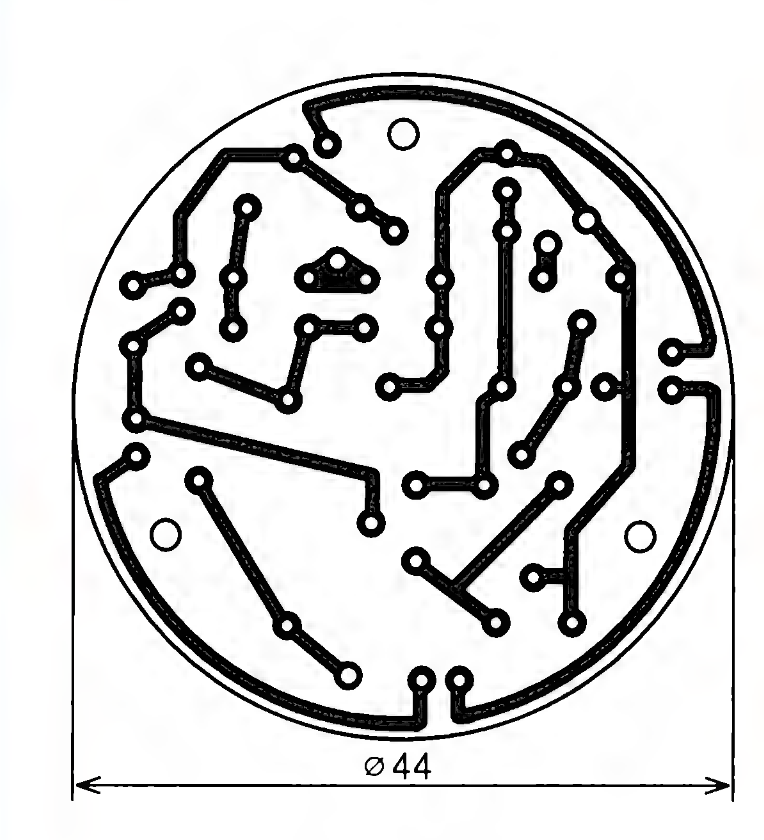


Рис. 1



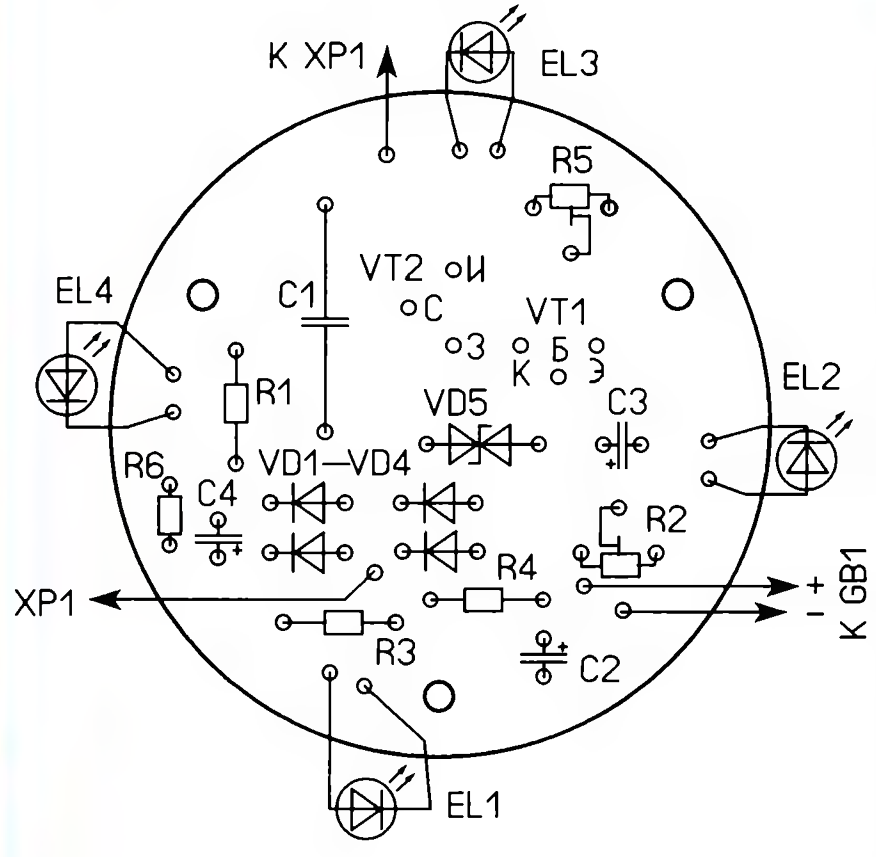


Рис. 2



Рис. 3

Рис. 4

В некоторых случаях ток утечки закрытого транзистора VT2 может достигать нескольких десятков или сотен микроампер. При таком токе возможно заметное свечение светодиодов, когда ночник находится в выключенном состоянии. Чтобы устранить этот эффект, необходимо установить резистор R6 сопротивлением несколько десятков килоом.

Чертёж платы показан на **рис. 2**. Она предназначена для размещения в цилиндрическом корпусе газонного светильника диаметром 45 и высотой 28 мм (**рис. 3**). От него же использована и солнечная батарея, её размеры — 25×25 мм. Светодиоды расположены по окружности платы, на боковой поверхности корпуса ночника для каждого из них сделано отверстие диаметром 5...6 мм, в которое они светят. Это исключает попадание света напрямую от светодиодов на солнечную батарею. Кроме того, напротив подстроечных резисторов в боковой стенке также сделаны два отверстия. Это позволит провести налаживание ночника после его сборки.

В устройстве применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, подстроечные — СП3-19, оксидные конденсаторы — импортные, конденсатор C1 также импортный, от импульсного блока питания компьютера, рассчитанный на работу на переменном токе. Стабилитрон можно применить маломощный, как двуханодный, так и обычный на напряжение стабилизации 6...12 В. Транзистор КТ342БМ допустимо заменить любым серии КТ3102. Светодиоды можно применить любые в корпусе диаметром 5 мм повышенной яркости свечения с максимальным допустимым током 25...30 мА. Разъём XP1 — это вилка-переходник, которая с помощью шурупов саморезов закреплена на крышке корпуса светильника. В свою очередь, крышка винтами крепится к корпусу (**рис. 4**).

Чтобы ночник нормально функционировал, его располагают в месте, которое хорошо освещено в светлое время суток или при включении искусственного освещения. ■

Простой термометр

Ю. МАРТЫНЮК, п. Затобольск, Казахстан

Различные цифровые термометры — популярный вид радиолюбительских конструкций. Это объясняется тем, что они могут измерять температуру с довольно высокой точностью, что стало возможным благодаря дешёвым цифровым датчикам температуры, позволяют разнести индикатор и датчик на значительное расстояние. Тем не менее бо́льшая часть конструкций содержит много деталей, при этом в них остаются свободными немало выводов микроконтроллера, а значительная часть его программной памяти не используется.

Автор постарался разработать термометр, свободный от указанных недостатков. В нём небольшое число деталей, а возможности применённого микроконтроллера использованы практически полностью.

Основные технические характеристики

Измеряемая температура, °С ....–55...+125
Число разрядов индикатора 3
Дискретность отображения температуры, °С
в интервале +100...+125 °С 1
в интервале –9,9...+99,9 °С ...0,1
в интервале –55...–10 °С 1
Напряжение питания, В ....3...5,5
Потребляемый ток, мА 12

Схема термометра изображена на **рис. 1**. Его основные компоненты — микроконтроллер ATtiny24-20SSU (DD1), датчик температуры DS18B20 (BK1) и трёхразрядный светодиодный индикатор с общим анодом BT-M51DRD (HG1). В отличие от многих аналогов, в термометре применён не совсем обычный способ динамической индикации. Микроконтроллер одновременно переключает все одноимённые элементы индикатора, поочерёдно устанавливая низкий логический уровень на каждой линии порта A. В каждом такте индикации микроконтроллер устанавливает высокий уровень только на анодах тех разрядов, в которых соответствующие элементы должны быть включены. При "традиционной" динамической индикации разряды индикатора перебирают, включая в каждом из них одновременно все нужные элементы.

Применённый способ позволил перенести ограничивающие ток резисторы из цепей катодов элементов индикатора в цепи их общих анодов, сократив число таких резисторов с восьми до трёх. Разумеется, такой метод индикации выгоден только при числе разрядов индикатора, меньшем, чем число элементов в каждом разряде.

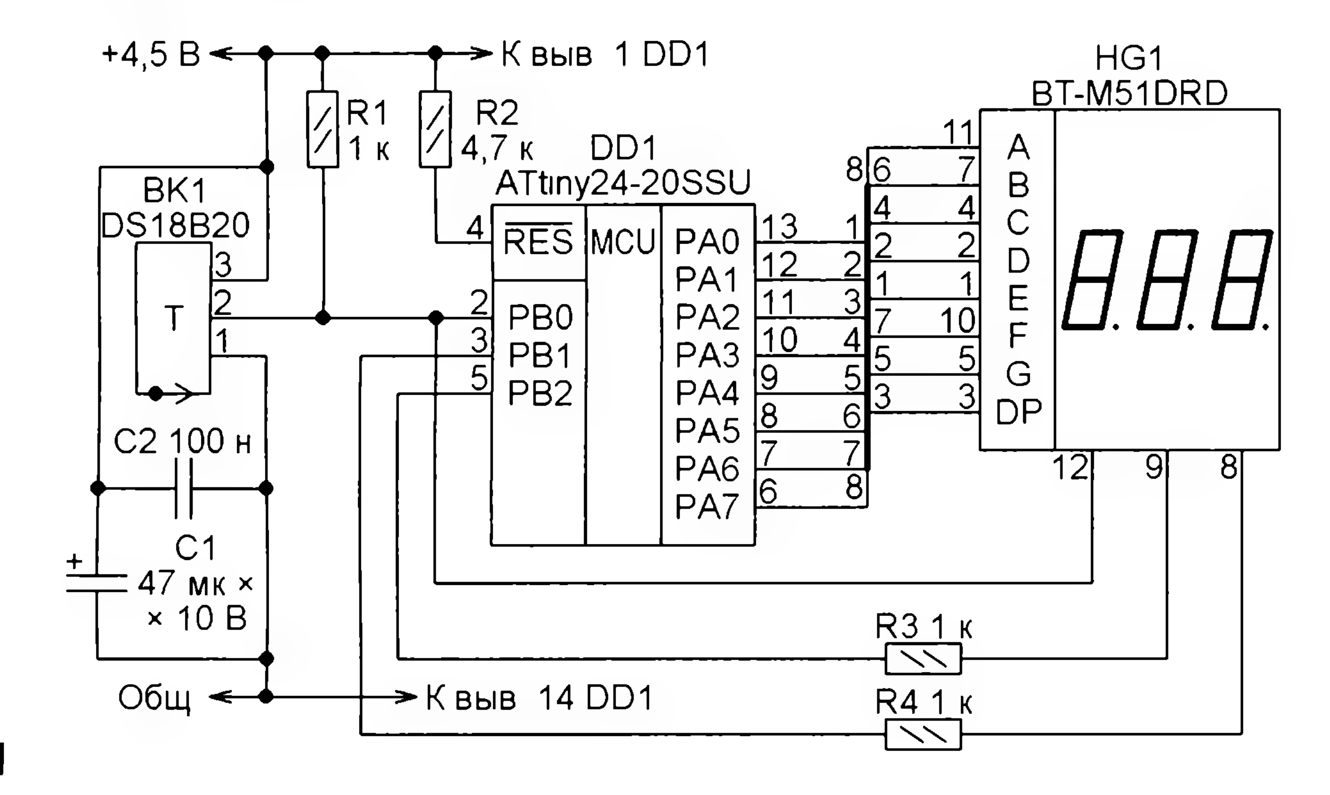
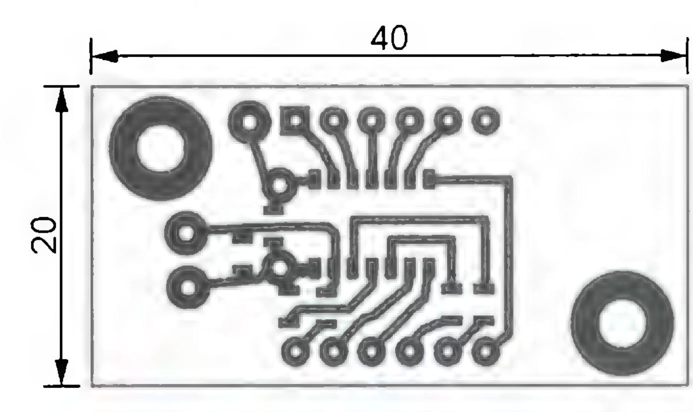
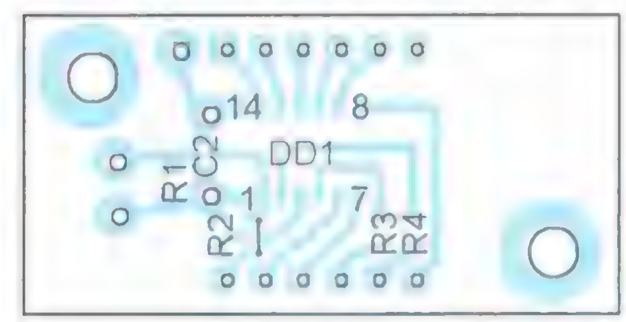


Рис. 1

Небольшое число выводов использованного микроконтроллера заставило использовать один из них (PB0) для выполнения двух функций. Он управляет старшим разрядом индикатора, а в паузах через него ведётся обмен информацией с датчиком температуры. Как показала практика, это допустимо. Датчик работает стабильно.

Так как интерфейс 1-Wire, по которому датчик температуры связан с микроконтроллером, требует, чтобы информационная линия была соединена с плюсом питания через нагрузочный резистор, схему подключения анодов старшего разряда индикатора к линии PB0 пришлось изменить. Эта линия соединена с выводом индикатора непосредственно в отличие от линий PB1 и PB2, содержащих ограничительные резисторы R3 и R4. К ней также подключены информационный вход—выход датчика температуры и нагрузочный резистор R1. Он же ограничивает ток старшего разряда индикатора, если линия PB0 переведена программой в высокоимпедансное состояние. Высокий уровень на этой линии программа не устанавливает никогда. Это привело бы не только к резкому росту тока старшего разряда индикатора, но и к нарушению работы датчика.





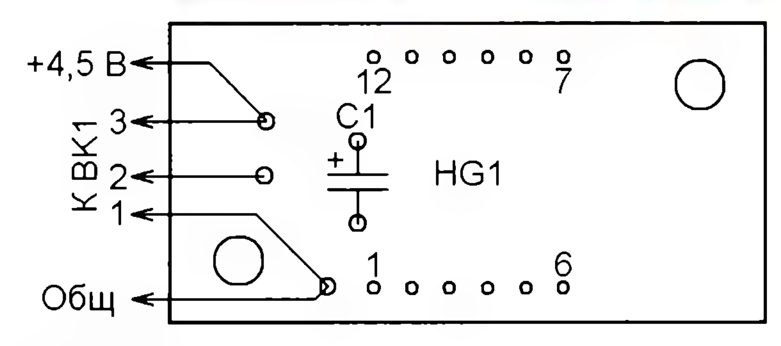


Рис. 2

Термометр рассчитан на питание от батареи из трёх гальванических элементов общим напряжением 4,5 В. Разумеется, возможно использование других источников питания.

Термометр выполнен на печатной плате размерами 40×20 мм из односторонне фольгированного стеклотекстолита. Чертёж платы и схема расположения компонентов на ней показаны на **рис. 2**. Конденсатор C1 и провода, соединяющие термометр с датчиком и источником питания, изображены на стороне установки индикатора условно. Конденсатор расположен на стороне печатных проводников, с той же стороны к плате подведены провода.

Программа микроконтроллера написана на языке C в среде WinAVR. Чтобы загрузить программу в смонтированный на плате микроконтроллер, к его выводам припаивают провода от программатора. К выводу 1 — +5 В, к выводу 4 — $\overline{\text{RESET}}$, к выводу 7 — MOSI, к выводу 8 — MISO, к выводу 9 — SCK, к выводу 14 — общий. Индикатор на время программирования можно не отключать от микроконтроллера.

Разряд	Знач.	Разряд	Знач.
SELFPRGEN	1		
RSTDISBL	1	CKDIV8	1
DWEN	1	CKOUT	1
SPIEN	0	SUT1	1
WDTON	1	SUT0	0
EESAVE	1	CKSEL3	0
BODLEVEL2	1	CKSEL2	0
BODLEVEL1	1	CKSEL1	1
BODLEVEL0	1	CKSEL0	0

Примечание. 1 — не запрограммировано;
0 — запрограммировано.

Конфигурация микроконтроллера должна быть запрограммирована согласно **таблице**. Она отличается от устанавливаемой заводом-изготовителем только значением разряда CKDIV8. По завершении программирования провода, идущие к программатору, следует отпаять от платы.

В заключение следует отметить, что датчик температуры не рекомендуется устанавливать непосредственно на плате, так как при работе она нагревается до температуры, превышающей температуру окружающей среды на 0,1...0,2 °С.

***От редакции**. Файл печатной платы в формате Sprint Layout 5.0 и программа микроконтроллера имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/04/123.zip** на нашем FTP-сервере.*

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО®
ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ
тел. 607-89-00
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2016

Звукосниматель для гитары — из пьезоэлементов зажигалок

Н. ПОПОВ, д. Левино Вологодской обл.

Судя по публикациям и форумам в Интернете, вопросы адаптеризации таких распространённых музыкальных инструментов, как гитары, интересуют многих радиолюбителей. И хотя современная промышленность предлагает для этой цели очень широкий ассортимент разработанных профессионалами звукоснимателей, радиолюбители продолжают экспериментировать и создавать свои оригинальные конструкции, нередко используя в новом качестве детали самых обыденных вещей.

Сегодня мы предлагаем вниманию читателей описание звукоснимателя для гитары, изготовленного на основе пьезоэлементов... от газовых зажигалок.

Изготовление предлагаемого пьезозвукоснимателя состоит из трёх основных этапов:

— первого и самого трудоёмкого — извлечения из зажигалок и доводки пьезоэлементов для их использования в гитаре;

— изготовления подставки, на которой крепятся струны и пьезоэлементы;

— правильной установки и крепления подставки на верхней деке гитары.

Итак, начинаем первый этап. Извлекаем содержащий пьезоэлементы узел (назовём его для краткости модулем) из зажигалки и разбираем его. Весь ударный механизм вместе с гвоздиком 6 (**рис. 1**) удаляем, оставляем только корпус 2 с пьезоэлементами. Их в модуле два: верхний 3 и нижний 1. Между ними находится медная токовыводящая пластина 7. На верхней части элемента 3 закреплена малая наковаленка 5, а нижний конец элемента 1 утоплен в массивную нижнюю наковальню 8. При срабатывании ударного механизма (ударе по верхней наковаленке) пьезоэлементы деформируются и вырабатывают высокое напряжение. Пьезоэлементы включены параллельно. В момент удара верхняя наковаленка 5 через ударный механизм, пружину и гвоздик взаимодействует с нижней наковальней 8 и коромыслом, включающим газ в зажигалке. Выводом высокого напряжения является медная пластина 7, в которую впрессован "высоковольтный" (условно назовём его так) алюминиевый провод. Место соединения герметизировано клеем. Для работы в качестве звукоснимателя гитары необходимо соединить верхнюю и нижнюю наковальни одну с другой и с общим проводом, а объединённые "высоковольтные" выводы пьезоэлементов всех струн — с входом усилителя ЗЧ.

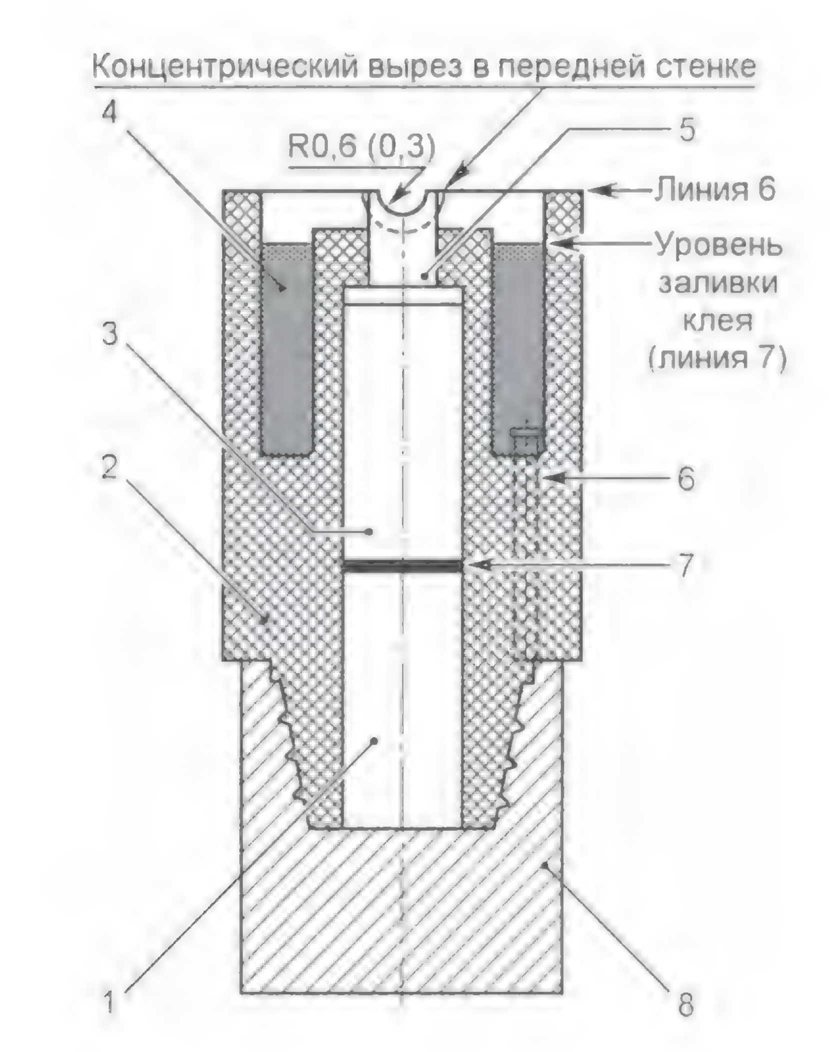


Рис. 1

Но прежде необходимо удалить алюминиевые "высоковольтные" провода и подпаять вместо них медные. Для этого лобзиком вначале делаем пропилы по штриховым линиям 1—4, как показано на **рис. 2** (перпендикулярно стенке А до касания с ней), а затем — по линии 5 (до встречи с пропилом 1). Всё, что подрезали, аккуратно удаляем. Медный вывод пластины 7 находится между пропилами 1 и 2. Остатки алюминиевого провода аккуратно удаляем из него иголкой. Затем обрабатываем надфилем стенку А и облуживаем медный вывод, не перегревая его.

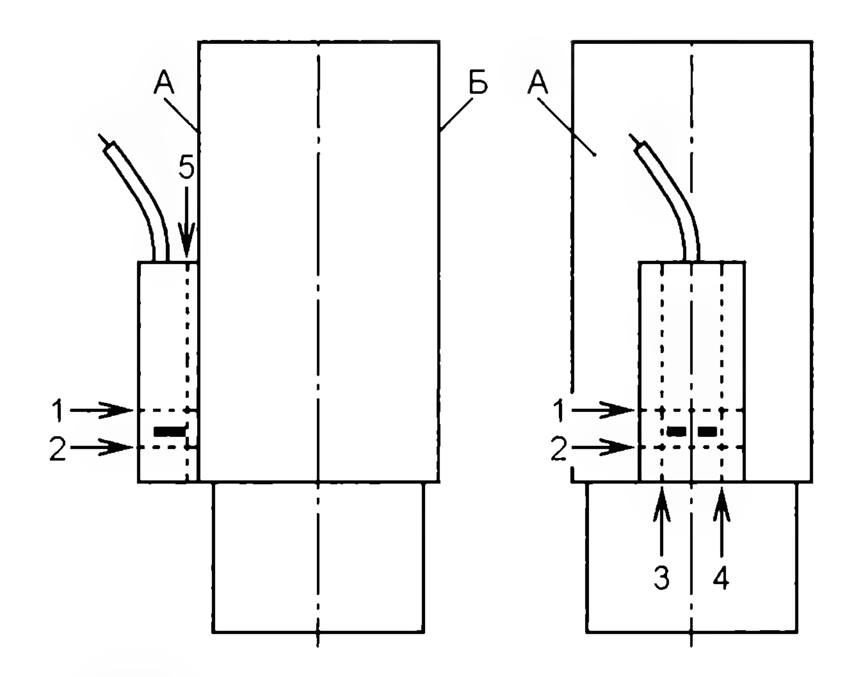


Рис. 2

Далее лобзиком обрезаем пластмассовый корпус модуля чуть выше наковаленки 5 и аккуратно опиливаем его надфилем до уровня верхнего торца этой детали (см. рис. 1, линия 6). После этого подгоняем верхнюю наковаленку под струну, делая в ней кончиком круглого надфиля полукруглую выемку радиусом 0,6 мм на глубину 0,6 мм (диаметр самой толстой нейлоновой струны — 1,13 мм, а металлической — 0,91 мм, следовательно, они будут лежать в такой выемке надёжно). Для первых трёх (нижних) струн выемку можно сделать меньше — радиусом 0,3 мм на глубину 0,3 мм. Одновременно пропиливаем и противоположные стенки пластмассового корпуса модуля. Но их следует дополнительно доработать тем же инструментом: выемку в задней стенке А дополнительно углубить на 2 мм, не уширяя её (струна будет уходить к месту своего крепления через этот паз, и его боковые стенки будут дополнительно предохранять её от соскакивания с наковаленки), а в передней стенке Б расточить по всей полуокружности на 0,2...0,3 мм, чтобы при максимальных колебаниях струна не касалась стенки (иначе будут искажения звука).

Внутреннюю полость корпуса (где ранее располагались пружина и гвоздик 6) заливаем эпоксидным клеем 4 (см. рис. 1) до уровня линии 7. Отверстие снизу, где ранее находился гвоздик 6, снаружи временно залепим пластилином. Клей нужен для того, чтобы избежать поломки пьезоэлемента в процессе эксплуатации, так как на него будет действовать не только сила давления струны, но и поперечная сила. При заливке надо обратить внимание на то, чтобы клей не попал на поверхность корпуса, прилегающую к наковаленке, так как иначе ухудшится передача колебаний струны через неё на пьезоэлемент.

Что касается нижней наковальни, то, с одной стороны, она должна быть массивной, чтобы при колебаниях струны вырабатывалось большее напряжение, но с другой — чем массивнее каждый модуль и вся подставка в целом, тем хуже будут передаваться колебания струн верхней деки гитары, и она перестанет звучать как акустическая. Значит, уменьшив массу нижней наковальни, надо жёстко закрепить её в подставке (например, капелькой суперклея).

Гитарных дел мастера рекомендуют высоту струн над декой в зоне подставки в пределах 9...15 мм. Высота доработанного, как описано выше, модуля с пьезоэлементами — 14,5 мм, нижней наковальни (от основания до пластмассового корпуса) — 6,4 мм, а толщина подставки из органического стекла в авторском варианте — 5 мм. Значит, высоту наковальни можно уменьшить до 5 мм, одновременно снизив и её массу. Высота струн в этом случае составит примерно 13 мм, т. е. в пределах нормы. Стачивать наковальню надо на абразивном бруске или круге вручную, часто останавливаясь, чтобы не допустить даже едва заметного её нагрева (иначе нижний пьезоэлемент модуля может оторваться от наковальни). Это самая рутинная работа, к тому же, если в распоряжении будут только модули от использованных зажигалок (от длительной эксплуатации в их пьезоэлементах могут появиться трещины, значительно снижающие выходное напряжение), надо подготовить не менее десятка модулей (потом из них надо будет отобрать самые работоспособные, о чём будет сказано ниже).

Если будут применяться только металлические струны, то для завершения работы с модулями к ним надо припаять по два вывода. Для выводов я использовал полоски размерами 0,7...0,8×10 мм из лужёной меди толщиной 0,1 мм. Одну такую полоску припаиваем маломощным паяльником к залуженному ранее медному лепестку в средней части модуля, вторую — к верхней части нижней наковальни, под первым выводом (**рис. 3**). Предварительно на месте



Рис. 3



Рис. 4

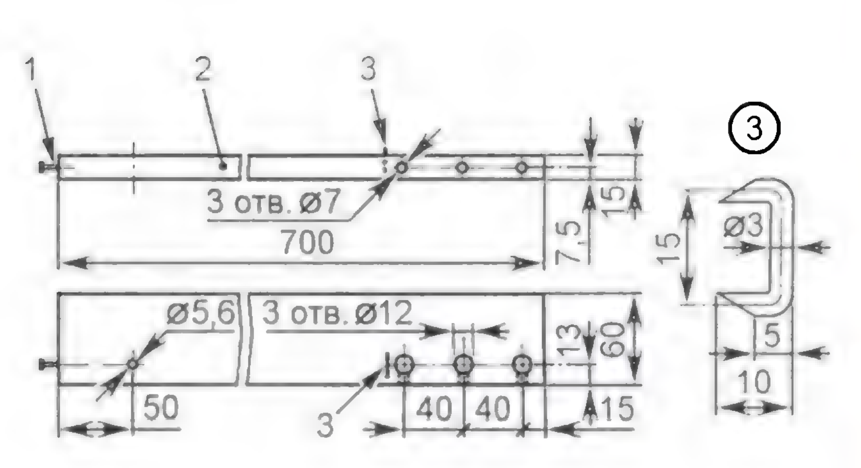


Рис. 5

Рис. 6

пайки в наковальне делаем пропил глубиной 1 мм, залуживаем это место и впаиваем вывод. Работу следует выполнять острым жалом мощного паяльника, причём быстро. Чтобы не допустить нагрева нижней наковальни, её и верхнюю наковаленку перед пайкой следует несильно сжать в ручных тисках.

Верхняя наковаленка будет соединяться с общим проводом через струну. Если предполагается использовать синтетические струны, то нижние три не имеют металлической навивки, поэтому в модули необходимо добавить ещё одну деталь — контакт 9 (**рис. 4**), соединяющий наковаленку 5 с общим проводом. Его вырезаем из той же лужёной фольги и сгибаем по штриховой линии. Перед заливкой эпоксидного клея контакт 9 изогнутой частью вставляем между верхней наковаленкой и задней стенкой корпуса модуля. Узкую часть контакта загибаем через пропил в задней стенке, а широкую — на наковаленку, выгнув в форме желобка (в последующем он будет прижат к наковаленке струной). После этого заливаем клей. Во избежание искажения звука желобок контакта не должен выступать за пределы наковаленки. Все острые кромки притупляем, чтобы они не резали струны.

Доработанные модули, как уже говорилось, необходимо протестировать. Для этого рекомендую изготовить простое приспособление на основе доски сечением примерно 60×15 и длиной около 700 мм (**рис. 5**). В её правом (по рисунку) краю сверлим три отверстия диаметром 7 мм, а перпендикулярно им — три отверстия диаметром 12 мм. С гитары временно снимаем колки и вставляем их в семимиллиметровые отверстия. Возле левого (рабочего) отверстия диаметром 12 мм забиваем в доску П-образную скобу 3, согнутую из проволоки диаметром 3 мм, а слева, в 50 мм от конца доски 2, сверлим отверстие диаметром 5,6 мм, в которое будем вставлять модули для тестирования. В торец доски забиваем гвоздь 1. На нём будем закреплять один конец испытательной струны, а второй через наковаленку проверяемого модуля и скобу 3 пойдёт на колок. Испытательную стальную струну диаметром 0,3 мм я извлёк из военно-полевого провода, разделав его отрезок длиной 700 мм (эта струна позже понадобится для изготовления прижимных пружин).

Тестирование модулей сводится к установке нижней наковальни в соответствующее отверстие доски 2, натяжению струны и оценке уровня сигнала, формируемого пьезомодулем. Для сопоставимости результатов струну всякий раз необходимо натягивать приблизительно одинаково (довольно точно это можно установить по её звучанию на слух). Струну и вывод от нижней наковальни объединяем в один (общий) провод, а другой соединяем со средним

("высоковольтным") выводом и входом усилителя для подключения пьезозвукоснимателя. Модули отбираем по одинаковому уровню звучания. Можно использовать для тестирования и НЧ-осциллограф, отбор в этом случае ведут по уровню выходного напряжения (его размаху примерно 0,1 В).

Второй этап — изготовление подставки. Пытаться использовать "родную" деревянную я не пробовал, так как она в моей гитаре отсутствовала. На похожей я определил её примерные размеры (170×30 мм) и расстояние между струнами — 11 мм. Это для гитары с мензурой (о мензуре позже) 610 мм. У гитары с мензурой 620 мм расстояние между струнами на подставке равно 11,5 мм. Так что разметку отверстий для пьезомодулей производите исходя из размеров на вашей гитаре.



Рис. 7

У меня под рукой оказалась прямоугольная пластина с завёрнутыми краями из листового органического стекла толщиной 5 мм. Поскольку натянутые струны стремятся опрокинуть подставку и создают суммарное усилие в 70 кг (такое значение приводится на многих сайтах в Итернете для металлических струн, первоисточник неизвестен), ширину её принял равной 35 мм. Исходя из этих условий, выполнил чертёж подставки в натуральную величину (**рис. 6**, деталь 10). Из-за сомнений в надёжности клеевого соединения и, главное, сохранения возможности лёгкой замены пьезомодулей решил крепить подставку четырьмя винтами (в точках 1—4) с широкими гайками с внутренней стороны верхней деки корпуса гитары. Однако первоначально на месте отверстий под эти винты просверлил отверстия сверлом диаметром 1 мм, а доводку до нужного размера оставил до установки подставки на место.

Разметку подставки 10 делал острой чертилкой, разместив заготовку прямо на чертеже. Выпилил подставку лобзиком. Шесть сквозных отверстий под струны просверлил диаметром 2 мм, а затем с наружной стороны рассверлил до диаметра 4 мм на глубину 2 мм. Перед сверлением отверстий под модули с пьезоэлементами необходимо уточнить, какое сверло для этого потребуется: его диаметр надо подобрать таким (пробным сверлением в том же материале), чтобы наковальни модулей входили в отверстия с небольшим усилием или свободно, но без люфта (у меня оказались модули с наковальнями диаметрами 5,4 и 5,7 мм). С нижней стороны подставки 10 их закрепляем капельками клея.

Затем из органического стекла той же толщины, что и подставка 10, изготовляем упор 13 и стойку 12, приклеиваем их к подставке, после чего капелькой клея приклеиваем к упору модули. Далее из лужёной медной фольги вырезаем шину 21 и экран 17, сгибаем последний по штриховой линии под прямым углом, приклеиваем к подставке 10 рядом с модулями 12 (раскрывом к ним) и припаиваем к нему все нижние выводы (от наковален) пьезомодулей, обрезая чрезмерно длинные. Затем из пропарафиненной бумаги по размерам экрана вырезаем прокладку 19, изгибаем её по той же линии и вкладываем в разворот экрана 17, накрыв таким образом места паек выводов модулей. В разворот прокладки вкладываем шину 21 и припаиваем к ней средние выводы всех модулей, после чего накрываем её верхней стороной прокладки 19 и прижимаем верхней стороной экрана 17. Получился этакий "слоёный пирог", "начинка" и оболочка которого объединяют пезоэлементы модулей в единое целое. Сверху к экрану 17 (напротив каждого модуля) припаиваем по пружине 15, изготовленной из той же стальной жилки военно-полевого кабеля (навивал ровно три витка на сверло диаметром 1,4 мм, после высвобождения конца оставалось примерно 2,75 витка — ровно столько, сколько нужно). На одном конце пружины формировал небольшой (диаметром примерно 2 мм) крючок для захвата струны снизу, на другом — треугольничек, чтобы крепче держала пайка. Назначение пружин — соединять с общим проводом все струны, а через них — верхние наковаленки всех модулей. Вид на подставку с установленными на место пьезомодулями 14, упором 13, стойкой 12, экраном 17 и пружинами 15 показан на **рис. 7**.

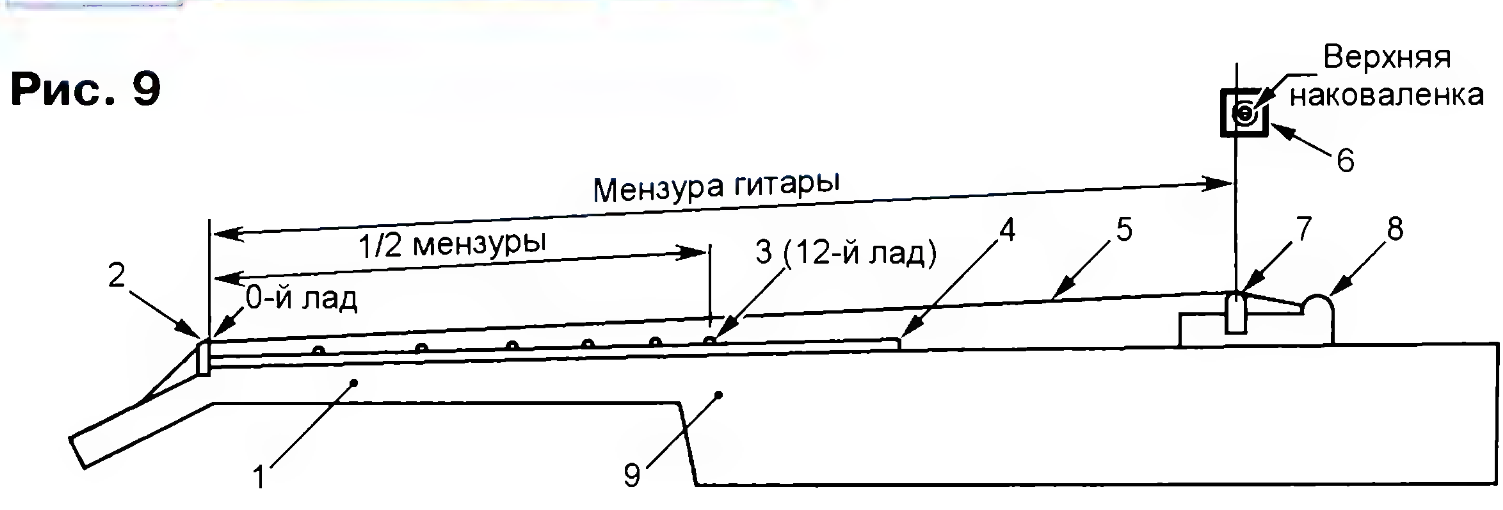


Рис. 8

Декоративную П-образную крышку 11 изготовил из нержавеющей стали толщиной 0,5 мм. Для крепления её к подставке 10 использовал три винта М1,5×4, в одной из боковых стенок закрепил выходное гнездо звукоснимателя под разъём мини-джек 3,5 мм моно (**рис. 8**). После полировки на крышку химическим способом или с помощью бормашины можно нанести желаемый декоративный рисунок. Разъём обёрнут полоской фольги, которая припаяна к его выводу, соединённому с гайкой крепления. К этой же точке припаяна и оплётка короткого (длиной 25 мм) отрезка экранированного провода, идущего от экрана 17 и шины 21. Головки винтов крепления крышки следует сделать максимально тонкими.

Чтобы правильно закрепить подставку с пьезозвукоснимателем на верхней деке, необходимо определиться с мензурой вашего инструмента. Мензура акустической гитары — это расстояние между двумя крайними точками опоры, на которых свободно колеблется струна (**рис. 9**): с одной стороны краем верхнего порожка 2 (или нулевого лада), с другой — вершинкой нижнего порожка (косточки) 7. Мензура должна быть выдержана очень точно, так как именно по ней рассчитано положение ладов на грифе 1 (при отклонении мензуры в ту или иную сторону гитара не будет "строить"). Таким образом, прежде чем заменять имеющуюся деревянную подставку 8 с косточкой 7, вновь изготовленной по рис. 6, необходимо точной (стальной) линейкой измерить мензуру вашей гитары. Есть общее правило: вершинка 12-го лада (3) делит мензуру ровно пополам.

Рис. 9



Поэтому, если подставка вашей гитары по какой-либо причине отсутствует, необходимо точно измерить на накладке 4 расстояние от нулевого лада до середины 12-го и его значение умножить на два. Вершинкой нижнего порожка для каждой струны в новой подставке будет левый (по рис. 9) край верхней накова-

ленки пьезомодулей 6. Более подробно об устройстве гитары, её частей и важнейших размерах можно прочитать в Интернете (например, на сайте [1]).

Зная мензуру, приступаем к креплению подставки со звукоснимателем. Для её временного крепления изготовим четыре шпильки из отрезков стальной проволоки диаметром 1 мм, остро заточив их для надёжной фиксации на деке. Сначала ориентируем подставку так, чтобы верхняя и нижняя струны находились на одинаковом расстоянии от конца грифа (верхнее, от краёв верхнего порожка 2). Затем выставляем мензуру гитары по первой (нижней) струне с допуском в сторону увеличения на 0,5 мм. Мензуру верхней струны можно выставить с допуском (в ту же сторону) 1,5...2 мм. В высококачественных гитарах с металлическими струнами допуск может достигать +3,5 мм. Это делается для компенсации строя гитары. Зажатая на ладу струна не только уменьшается в длине, что увеличивает частоту колебаний, но ещё и натягивается, дополнительно увеличивая их частоту. О компенсации строя гитары можно подробно прочитать в Интернете (например, в [2]). Учитывая компенсацию строя на каждой струне, можно расположить соответствующим образом и пьезомодули под каждой струной, что только улучшит строй.

Ещё раз уточнив положение закреплённой четырьмя шпильками подставки, переходим к её окончательному креплению: вынимая шпильки по одной, сверлим одновременно в подставке и верхней деке отверстие диаметром 3 мм и закрепляем подставку винтом М3×20 с гайкой. Для переноса гаек на внутреннюю сторону верхней деки использовал указательный палец, к подушечке которого прикреплял их двухсторонним скотчем.

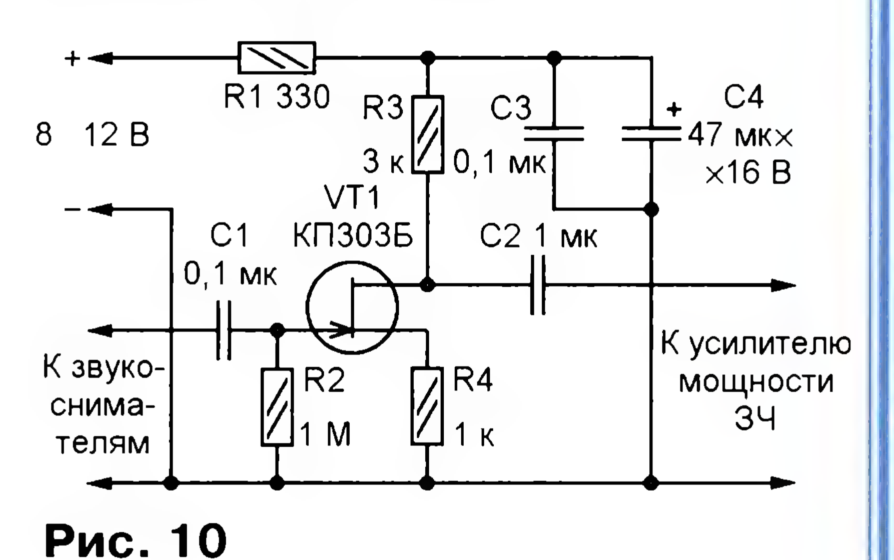


Рис. 10

Для предварительного усиления сигнала звукоснимателя использовал однокаскадный усилитель на полевом транзисторе, схема которого показана на **рис. 10** [3]. Переделанная гитара звучит хорошо как в акустическом, так и в электроакустическом варианте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Части гитары. — URL: **http://mastergitar.com/chasti-gitary** (06.01.2016).

2. Настройка гитары. — URL: **http://mastergitar.com/tuning** (06.01.2016).

3. Предварительный гитарный усилитель. — URL: **http://forum.cxem.net/index.php?showtopic=84545** (06.01.2016).

Цифровой прибор для проверки и установки момента зажигания

А. САВЧЕНКО, пос. Зеленоградский Московской обл.

Этот прибор пригодится автомобилистам, эксплуатирующим автомобили с четырёхтактными карбюраторными двигателями. В отличие от современных двигателей с непосредственным впрыском топлива, где момент зажигания смеси в цилиндре задаёт контроллер управления двигателем, не требующий периодической проверки и подстройки, в карбюраторных двигателях в этот процесс вовлечён ряд механических устройств — прерыватель-распределитель, вакуумный и центробежный регуляторы. Стабильность их работы невысока, поэтому контроль правильности установки момента зажигания в различных режимах работы двигателя весьма актуален, особенно с учётом солидного возраста автомобилей с такими двигателями.

Прибор компактен, не содержит дефицитных деталей, не требует налаживания и может быть легко повторён даже начинающим радиолюбителем. Он позволяет измерять частоту вращения коленчатого вала двигателя, угол опережения зажигания (УОЗ), проверять функционирование вакуумного и центробежного регуляторов УОЗ.

Как известно, в классической системе зажигания четырёхтактного двигателя поджиг горючей смеси (далее будем использовать термин "искра") в каждом из его цилиндров производится один раз за рабочий цикл — два оборота коленчатого вала. Измерение частоты вращения коленвала может быть выполнено одним из двух методов:

1. Подсчётом числа искр в одном цилиндре за единицу времени. Частоту вращения вычисляют как половину числа искр за минуту.

2. Измерением интервала времени t между двумя последовательными искрами в одном цилиндре. Это длительность рабочего цикла двигателя — двух оборотов коленвала. Частоту вращения коленвала W в оборотах в минуту в этом случае вычисляют по формуле W=120/t.

Недостатком первого метода можно считать большую длительность измерения, ввиду чего результат приходится ждать довольно долго. Второй метод даёт результат измерения за доли секунды, однако его недостаток — существенные флюктуации результата от измерения к измерению. Причин этому немало, например, нестабильная работа регулятора УОЗ и свечей. Разброс результатов, измеренный автором в ходе работы над прибором, достигал ±10...25 % среднего значения. Безусловно, нельзя доверять результатам, полученным с такой погрешностью, да и наблюдать мелькание цифр на индикаторе утомительно. Оптимальным я считаю первый метод с уменьшенной длительностью счёта либо второй метод с усреднением результатов нескольких измерений. По сути, это одно и то же.

Рассматриваемый прибор измеряет частоту вращения в оборотах в минуту, подсчитывая число искр в одном цилиндре за 6 с и умножая это число на 20. Результат получается с дискретностью 20 об/мин, что вполне достаточно для правильной установки УОЗ в карбюраторном двигателе.

Все приведённые рассуждения справедливы для системы зажигания классического четырёхтактного двигателя, работающего по принципу одной искры в цилиндре за рабочий цикл (два оборота). Однако в одно- и двухцилиндровых

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

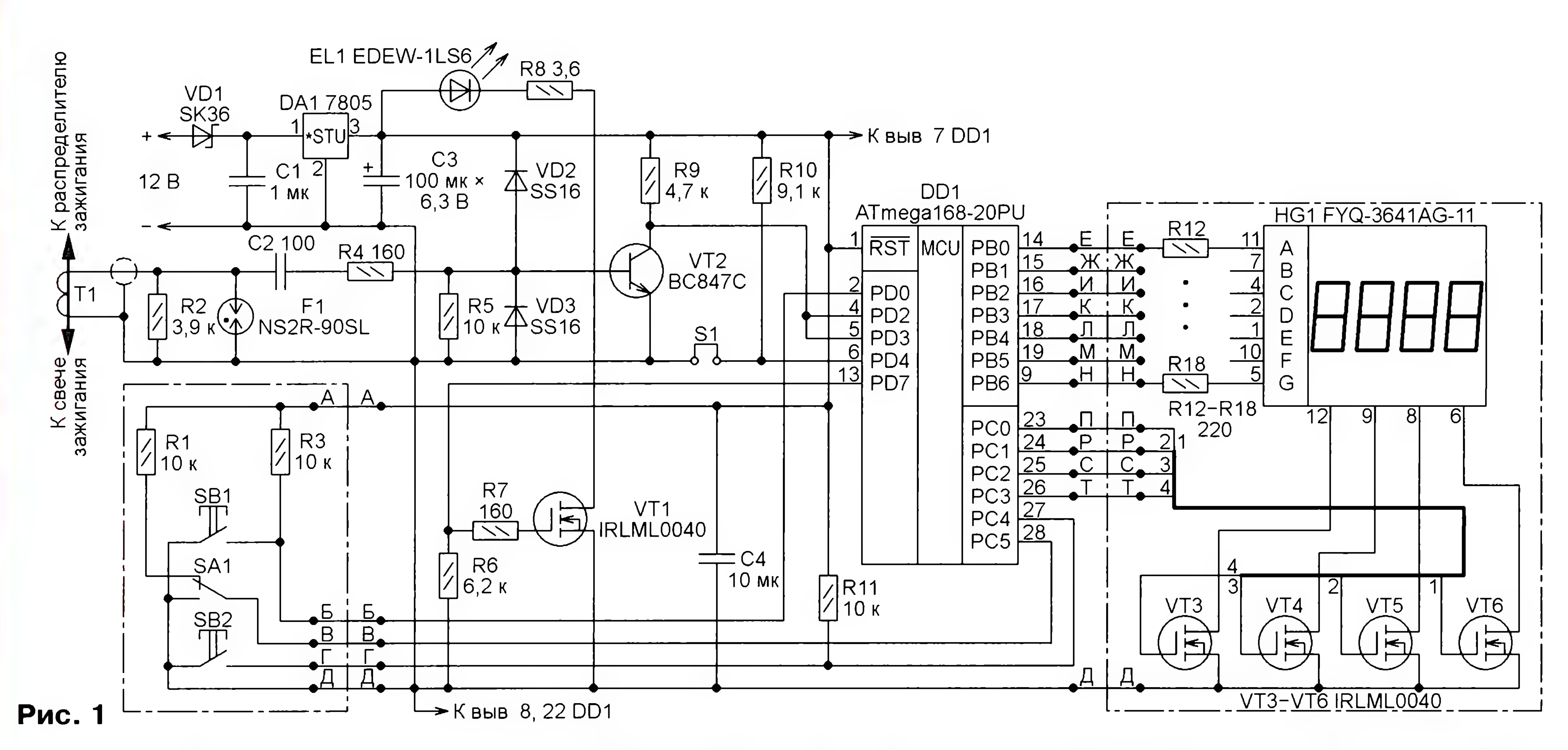


Рис. 1

двигателях ситуация чаще всего иная — искры в каждом цилиндре формируются на каждом обороте коленвала. Одна из них (рабочая) — в конце такта сжатия, а вторая (холостая) — в конце такта выпуска. Это позволяет отказаться от довольно ненадёжного элемента — высоковольтного распределителя зажигания. Так сделано, например, в системе зажигания автомобиля "Ока". Прибор корректно работает с такими системами зажигания, обеспечивая при этом вдвое меньшую дискретность отсчёта (10 об/мин). Это же позволяет ему работать и с двухтактными двигателями.

УОЗ — один из важнейших параметров, определяющий экономичность, мощность и экологичность работы двигателя. Для проверки правильности работы вакуумного и центробежного регуляторов УОЗ в приборе предусмотрен стробоскоп. Запускающие импульсы для него снимают с высоковольтного провода свечи первого цилиндра трансформаторным датчиком тока искрового разряда. Проверка сводится к наблюдению за поведением нанесённых на освещаемый импульсами стробоскопа шкив коленвала меток при изменении положения дроссельной заслонки. Полностью методика такой проверки изложена в инструкции по эксплуатации автомобиля.

Основные технические характеристики

При измерении частоты вращения коленвала:
- измеряемая частота, об/мин ....20...6000
- дискретность отсчёта, об/мин 20 (10*)

При измерении угла опережения зажигания:
- измеряемый угол, град. . . . –25...0
- дискретность отсчёта, град. 1

Напряжение питания, В . . . . .7...16

Потребляемый ток (в импульсе), мА 650

*) *При одной искре в цилиндре на каждый оборот коленвала.*

Схема прибора представлена на **рис. 1**. Он построен на микроконтроллере ATmega168-20PU, тактируемом от внутреннего RC-генератора частотой 8 МГц. Производитель гарантирует предельное отклонение этой частоты от номинальной не хуже ±3 % во всём рабочем интервале температуры, что более чем достаточно для проводимых измерений. Все функции прибора реализованы программно.

Импульсы с датчика (трансформатора) тока T1, надетого на высоковольтный провод, соединяющий распределитель зажигания с одной из свечей зажигания, поступают на вход усилителя-формирователя, состоящего из резисторов R2, R4, R5, R9, конденсатора C2, диодов VD2 и VD3, транзистора VT2. В случае пробоя изоляции высоковольтного провода есть вероятность попадания высокого напряжения во входную цепь прибора. Для защиты элементов этой цепи от повреждений применён газовый разрядник F1 с напряжением пробоя 90 В.

Положительная полуволна сигнала с датчика открывает транзистор VT2. Спадающий перепад напряжения на его коллекторе инициирует запрос прерывания INT0 или INT1 (в зависимости от режима работы прибора). По запросу вызывается программная процедура, реализующая установленный режим.

Для измерения УОЗ прибор оснащён стробоскопом — импульсным источником световых импульсов на светодиоде EL1 (EDEW-1LS6 мощностью 1 Вт). Микроконтроллер управляет им с помощью электронного ключа на транзисторе VT1. Для сужения светового луча на светодиод надета коллиматорная линза EDOL-AA10-M15. Она сужает луч до 10 град., что существенно увеличивает яркость светового пятна. Резистор R8 ограничивает амплитуду импульса тока светодиода.

Результаты измерений прибор отображает на четырёхразрядном семиэлементном светодиодном индикаторе с общими катодами разрядов HG1 (FYQ-3641AG-11). Аноды элементов индикатора подключены к выходам PB0—PB6 микроконтроллера через резисторы R12—R18, ограничивающие импульсный ток элементов до 12...13 мА. Уровнями напряжения на катодах разрядов индикатора микроконтроллер управляет через ключи на транзисторах VT3—VT6, так как нагрузочная способность выходов микроконтроллера недостаточна для непосредственного управления ими.

Органы управления прибора — кнопки SB1 и SB2, которые используют при измерении УОЗ, и переключатель режимов работы SA1. Перемычка S1 предназначена для установки типа проверяемой системы зажигания. При искре на каждом обороте коленвала она должна быть установлена, а при одной искре на два оборота — снята.

Все узлы прибора питают стабилизированным напряжением +5 В. Первичное питание — бортсеть автомобиля с номинальным напряжением 12 В. Прибор сохраняет работоспособность при напряжении в бортсети от 7 до 16 В. Диод VD1 предохраняет прибор от подачи питания в неправильной полярности.

Прибор может работать в двух режимах: стробоскопа-тахометра ("Ч") и измерения УОЗ ("У").

В режиме "Ч" (переключатель SA1 в нижнем по схеме положении) прибор по информации с датчика фиксирует искры в цилиндре и в момент каждой из них формирует на выходе PD7 импульс высокого логического уровня длительностью около 900 мкс. Этот импульс открывает транзистор VT1, и мощный светодиод EL1 излучает световой импульс той же длительности. Параллельно с этим микроконтроллер ведёт подсчёт искр и через каждые 6 с вычисляет частоту вращения коленвала, после чего выводит результат расчёта на индикатор HG1.

Проиллюстрировать логику работы микроконтроллера в этом режиме с помощью линейного алгоритма сложно, потому что в его программе широко используются прерывания, процедуры обработки которых асинхронно вклини-

ваются в главный цикл программы. Он начинается после старта программы (**рис. 2**) и повторяется многократно до выключения питания прибора. В этом цикле микроконтроллер читает переменную N, хранящую измеренное значение частоты вращения коленвала, и отображает его на индикаторе. В начале своей работы программа присваивает этой переменной значение 1234, которое и отображается на индикаторе до получения результата первого измерения, что происходит лишь по окончании формируемого Таймером 1 интервала счёта длительностью 6 с.

С началом интервала счёта программа разблокирует внешнее прерывание INT0 и обрабатывает каждую искру, как показано на **рис. 3**. Поступивший с датчика искры импульс генерирует запрос прерывания INT0. Процедура его обработки запрещает реакцию на следующие запросы этого прерывания, формирует сигнал включения светодиода EL1, запускает Таймер 2, инкрементирует значение переменной, хранящей число зафиксированных искр.

Запрет прерываний INT0, запросы которых могут поступить через небольшие промежутки времени после первого, необходим для обеспечения работоспособности прибора при проверке систем зажигания с "длинной" искрой и многоискровых, а также для устранения влияния колебательных переходных процессов, возникающих в высоковольтных узлах системы зажигания по окончании искрового разряда. Продолжительность запрета — 10 мс с момента начала обработки принятого запроса.

Канал сравнения A Таймера 2 настроен на отсчёт интервала времени 900 мкс. По его истечении он генерирует запрос прерывания, обработка которого гасит светодиод EL1. Таймер продолжает счёт до генерации запроса прерывания каналом сравнения B, настроенным на отсчёт интервала 10 мс. Процедура обработки этого прерывания останавливает и обнуляет Таймер 2, снимает флаги внешних прерываний и разрешает прерывание INT0. С этого момента микроконтроллер готов к приёму и обработке сигнала следующей искры.

Описанные действия выполняются на фоне главного цикла программы, в котором происходят чтение и отображение на индикаторе измеренной частоты вращения коленвала двигателя. Через 6 с после запуска канал сравнения B Таймера 1 формирует запрос прерывания, процедура обработки которого рассчитывает частоту вращения и присваивает её значение переменной N. Сам Таймер 1 будет обнулён и перезапущен — начнётся следующий интервал счёта искр и последующего расчёта частоты вращения коленвала.

Рис. 2

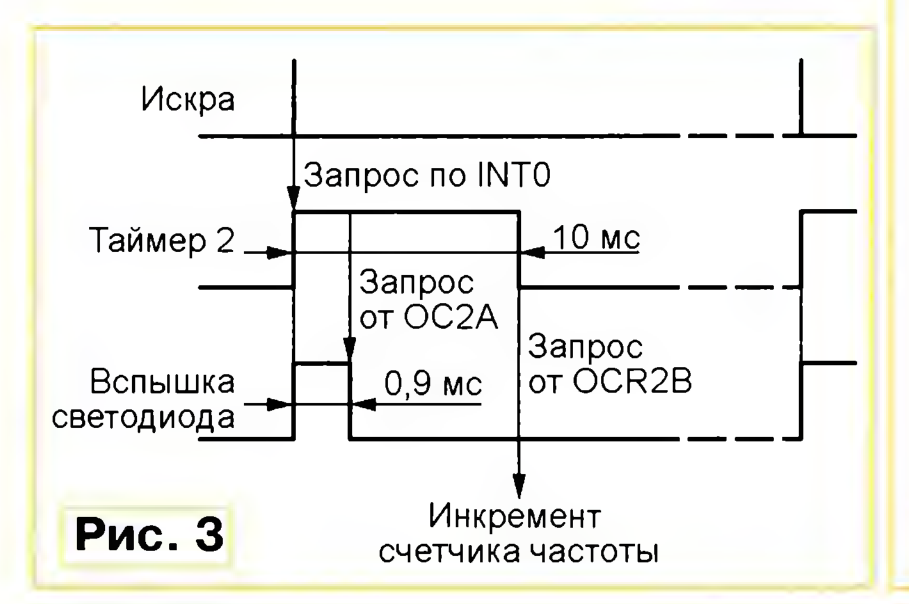


Рис. 3

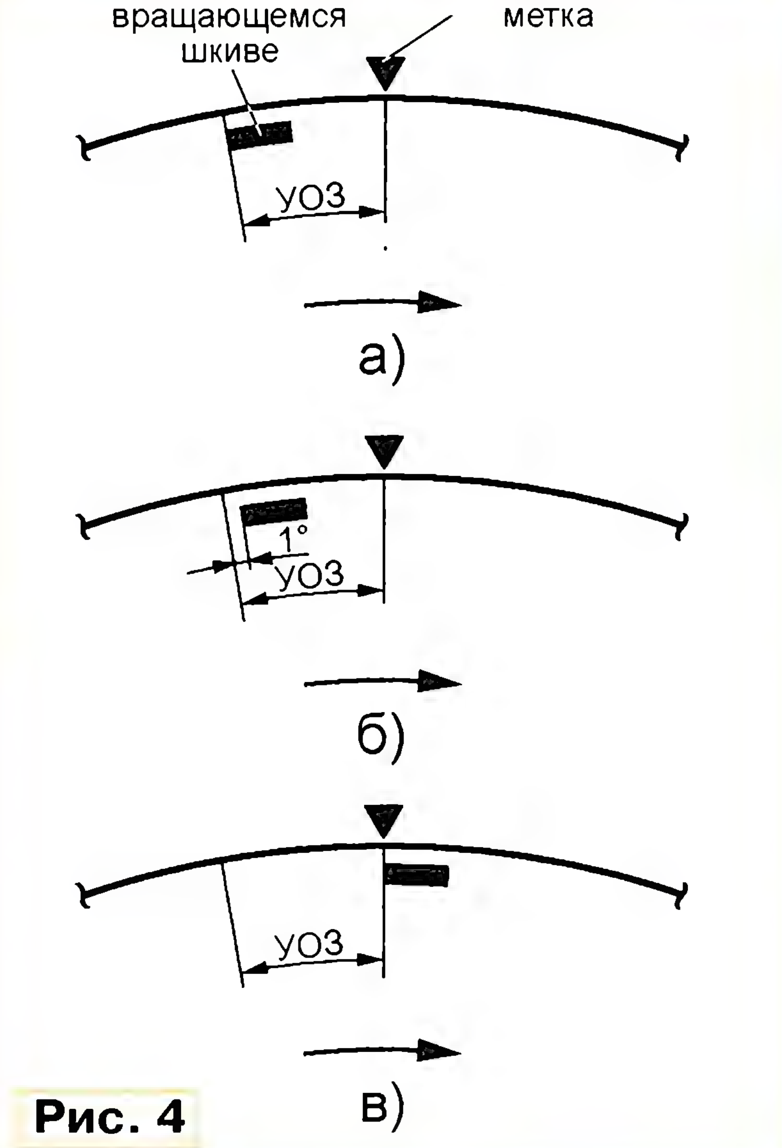


Рис. 4

Только при следующем повторении главного цикла программы рассчитанное значение частоты вращения будет прочитано из переменной N и отображено на индикаторе. Учтите, что на время обработки запросов прерывания выполнение главного цикла приостанавливается. На рис. 2 это не показано, чтобы не усложнять его.

Для точного измерения УОЗ с дискретностью 1 град. при любой заранее установленной частоте вращения предназначен режим "У" (переключатель SA1 в верхнем по схеме положении). В этом режиме микроконтроллер, имея информацию о частоте вращения коленвала, предварительно рассчитывает время Δt, за которое коленвал поворачивается на 1 град., затем начинает фиксировать искры в цилиндре и формировать на каждую из них импульс стробоскопа. Однако, в отличие от режима "Ч", имеется возможность задерживать вспышку относительно искры. Длительность этой задержки можно изменять шагами по Δt, увеличивая её нажатиями на кнопку SB1 и уменьшая нажатиями на кнопку SB2. Методику измерения поясняет **рис. 4**. На нём схематично представлен шкив коленвала, на котором нанесена подвижная метка. Совмещение этой метки с неподвижной меткой на блоке цилиндров означает, что поршень первого цилиндра находится в ВМТ.

Но если вращающийся шкив коленвала работающего двигателя осветить импульсами стробоскопа, которые совпадают по времени с искрами в первом цилиндре, подвижная метка будет видна на некотором угловом расстоянии от неподвижной (рис. 4,а), равном текущему значению УОЗ.

Если теперь нажать на кнопку SB1 и этим ввести задержку формирования импульсов стробоскопа относительно искры на время, за которое коленвал повернётся на один градус, подвижная метка визуально переместится на градус ближе к неподвижной (рис. 4,б). Продолжая нажатия на кнопку SB1, можно добиться совмещения этих меток (рис. 4,в). "Перебор" компенсируют нажатиями на кнопку SB2. Прибор показывает на индикаторе введённую задержку в градусах. Когда метки совмещены, число на индикаторе равно УОЗ.

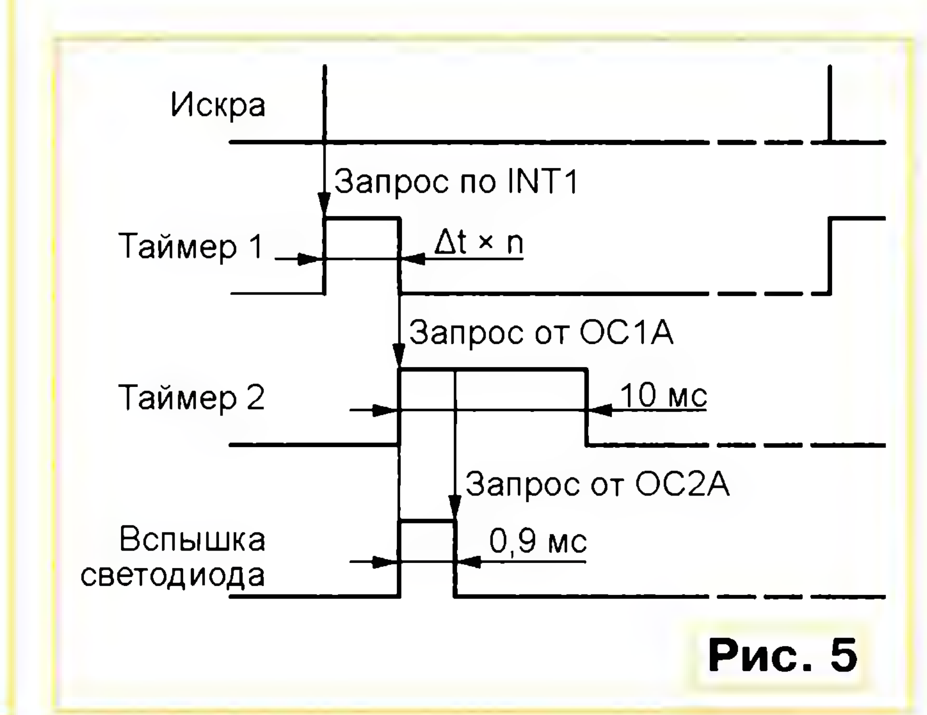
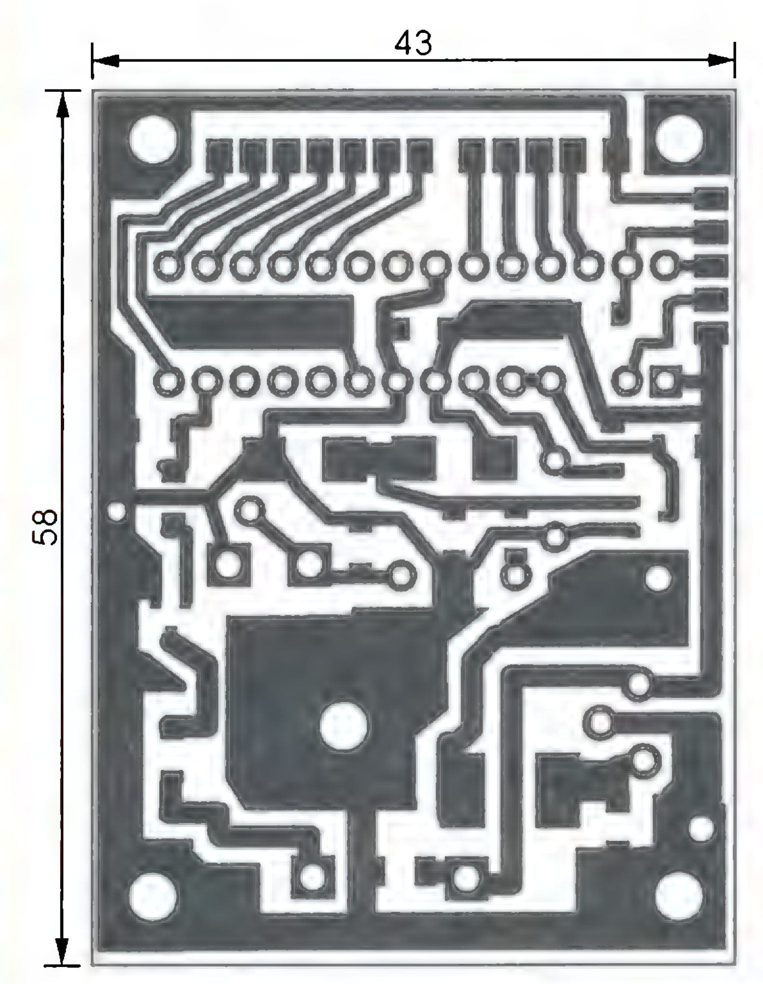


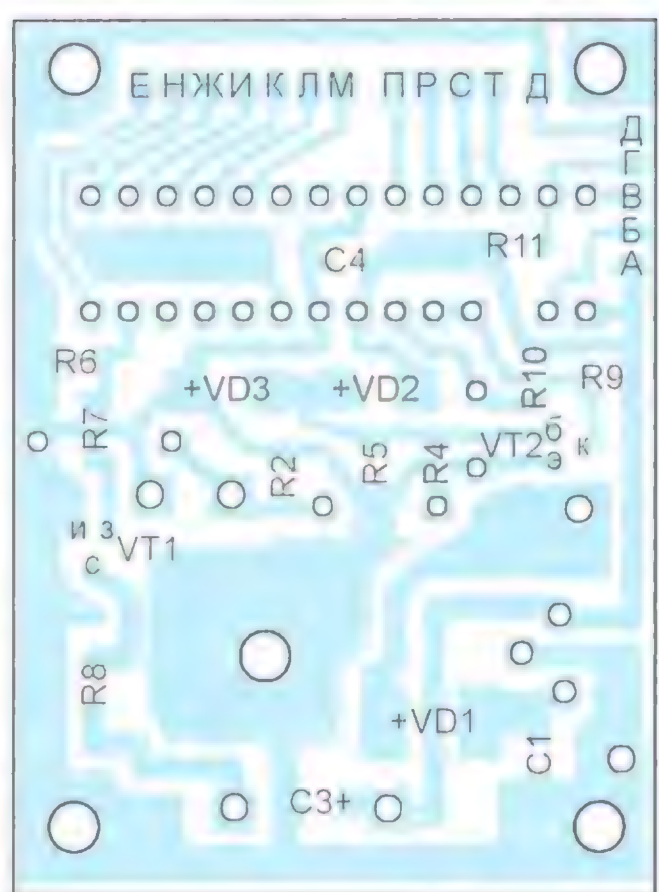
Рис. 5

В начале работы в режиме "У" программа рассчитывает задержку на градус на основании значения частоты вращения коленвала, полученного перед этим в режиме "Ч". Затем она разрешает обработку прерываний INT1 и выполняет главный цикл, в котором отображает на индикаторе значение, хранящееся в переменной n.

Реакция на искру в этом режиме — запрос прерывания INT1, процедура обработки которого, показанная на **рис. 5**, блокирует дальнейший приём запросов этого прерывания с той же целью, с какой блокировались запросы прерывания INT0 в режиме "Ч", и запускает Таймер 1. Содержимое регистра OC1A канала A Таймера 1 пользователь может изменять шагами, равными длительности поворота коленвала на один градус. Через заданный таким образом интервал времени таймер генерирует запрос прерывания. Процедура его обработки запустит генерацию импульса стробоскопа аналогично тому, как было описано при рассмотрении режима "Ч". Разница лишь в том, что будут разбло-







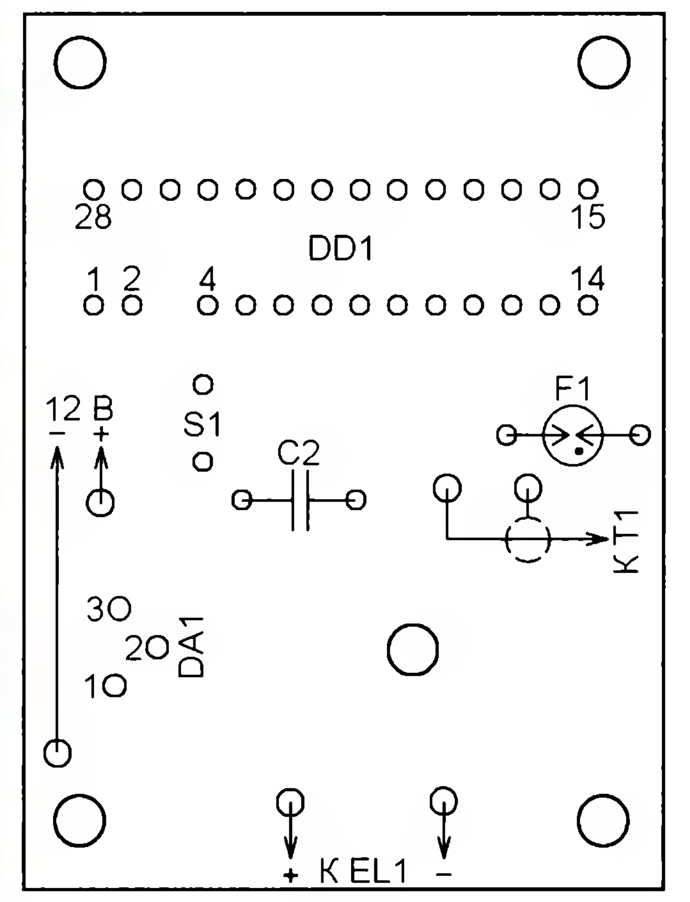


Рис. 6

кированы запросы прерывания от INT1, а не от INT0.

В режиме "У" прибор частоту вращения коленвала не измеряет. Поэтому её необходимо измерить в режиме "Ч", а затем перевести прибор в режим "У". Информация о частоте будет передана в процедуру измерения УОЗ автоматически. Так как в режиме "У" программа считает частоту вращения постоянной, любое её изменение в ходе измерения УОЗ приводит к ошибке. Относительная погрешность измерения УОЗ равна относительному отклонению фактической частоты в момент измерения от образцовой, измеренной в режиме "Ч".

Опрос состояния кнопок происходит с частотой около 1 Гц, поэтому нажимать на них чаще не имеет смысла. Допустимо удерживать нужную кнопку нажатой. Её действие будет повторяться с частотой опроса в течение всего времени удержания.

Прибор смонтирован на трёх печатных платах. Чертёж первой из них (основной) показан на **рис. 6**. Чертёж платы управления (находящиеся на ней две кнопки, переключатель и два резистора обведены штрихпунктирной рамкой в левом нижнем углу рис. 1) изображён на **рис. 7**. Справа на рис. 1 также в штрихпунктирной рамке находятся детали, размещённые на плате индикации. Её чертёж — на **рис. 8**. Контактные площадки плат, помеченные одинаковыми буквами, должны быть соединены между собой отрезками плоского кабеля. Столь сложная конструкция обусловлена стремлением автора уместить прибор в корпусе размерами 90×50×30 мм. Платы размещены в нём, как показано на **рис. 9**. Если такой необходимости нет, прибор можно собрать и на одной плате.

В приборе использованы в основном компоненты для поверхностного монтажа типоразмера 1206 (конденсатор C3 типоразмера 1210). Исключение — микроконтроллер DD1, интегральный стабилизатор DA1, индикатор HG1, конденсатор C2 и газовый разрядник F1. Конденсатор C2 должен иметь номинальное напряжение не ниже 100 В. Кнопки SB1, SB2 — тактовые, переключатель SA1 — движковый на два положения.

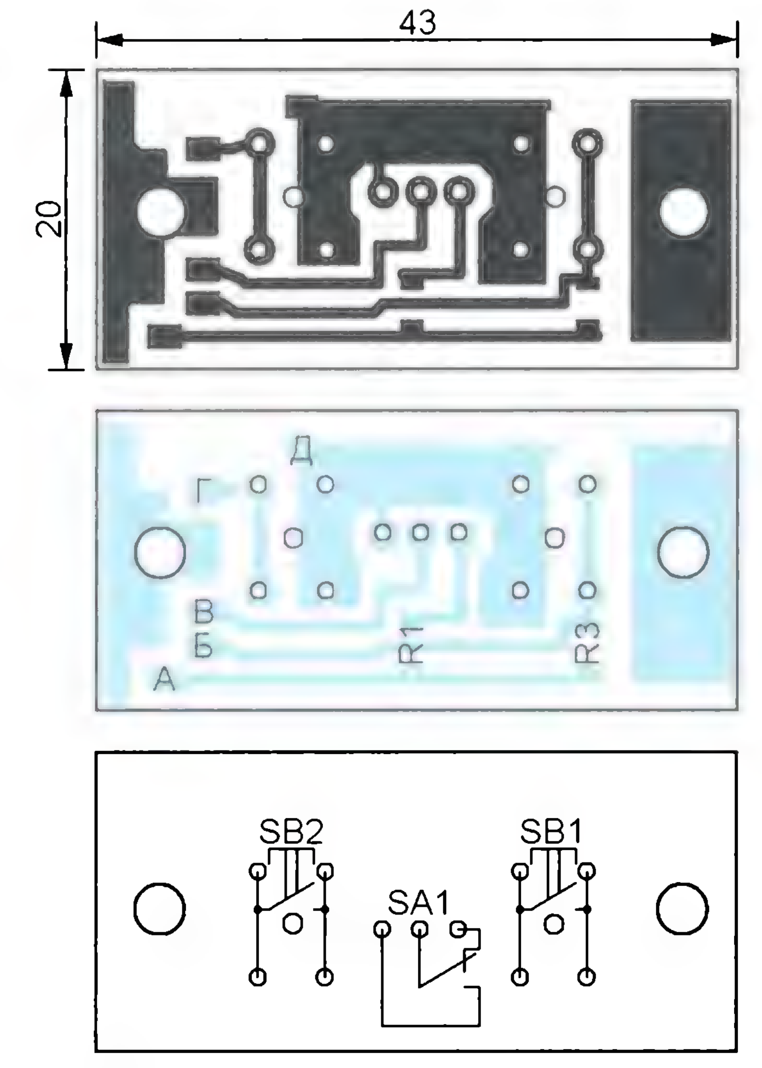


Рис. 7

Для микроконтроллера на плате установлена панель, из которой удалено гнездо 3. Микроконтроллер ATmega168-20PU может быть заменён на Atmega88 или Atmega328 с такими же буквенными индексами без изменения топологии печатной платы. Замена потребует, однако, перекомпиляции программы под соответствующий микроконтроллер. Конфигурацию микроконтроллера программируют в соответствии с **рис. 10**.

Транзистор BC847C можно заменить любым кремниевым структуры n-p-n с коэффициентом передачи тока базы не ниже 50. Вместо транзисторов IRLML0040 подойдут любые полевые с изолированным затвором, каналом n-типа и допустимым током стока не менее 1 А.

Вывод 3 светодиодного индикатора FYG-3641AG-11, для которого на соответствующей плате нет отверстия, загнут параллельно плате. Упомянутый индикатор может быть заменён любым аналогичным с общими катодами разрядов и обеспечивающим достаточную яркость свечения при токе элемента не более 20 мА.

Интегральный стабилизатор снабжён ребристым теплоотводом с площадью охлаждающей поверхности 20 см^2. Светодиод EL1 укреплён на предназначенном для него теплоотводе "звезда" диаметром 19 мм.

Датчик-трансформатор тока Т1 изготовлен из П-образного ферритового магнитопровода с магнитной проницаемостью 2000...3000. Размер магнитопровода особого значения не имеет. Главное, чтобы в его окно можно было пропустить

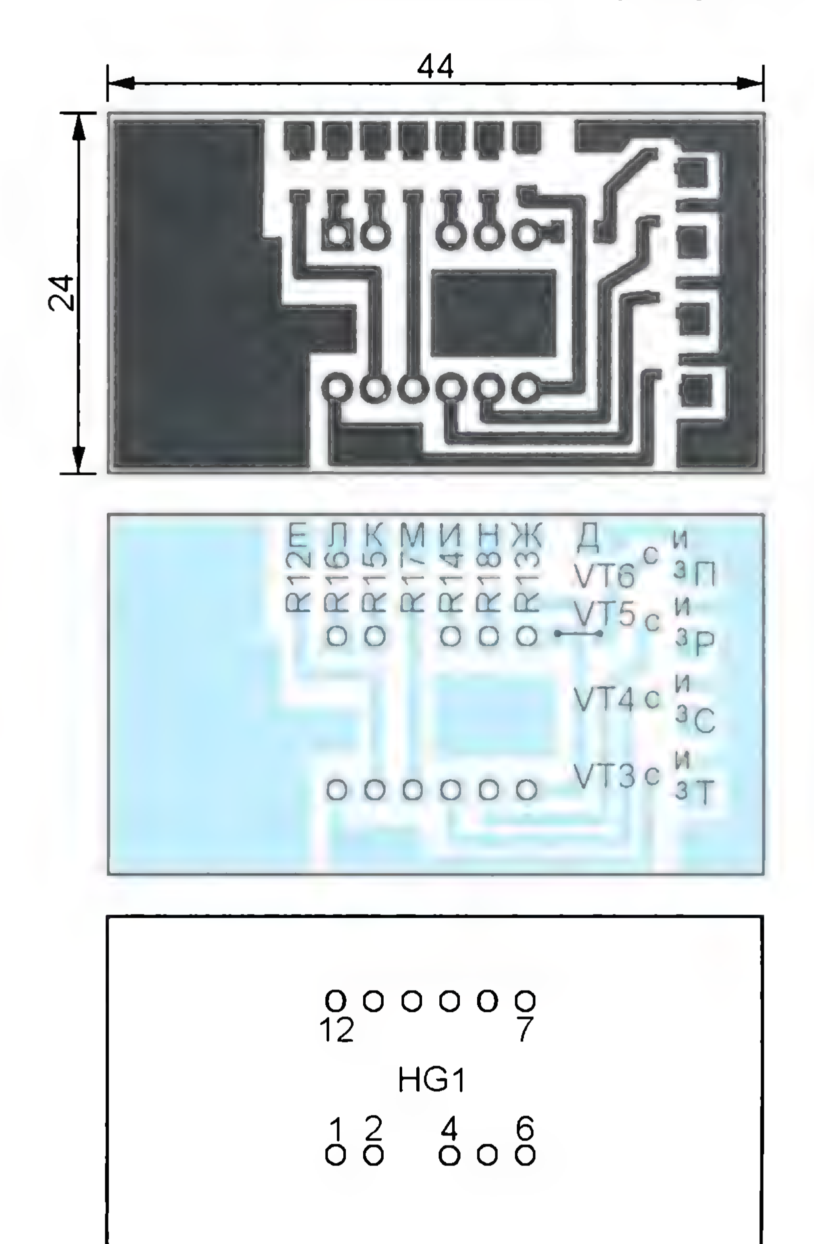


Рис. 8

высоковольтный провод, соединяющий распределитель зажигания со свечой (это первичная обмотка), и осталось бы место для вторичной обмотки из 120 витков лакированного провода диаметром 0,15 мм.

Эскиз конструкции трансформатора показан на **рис. 11**. Половины магнитопровода не склеены, а сжаты прищепкой, сделанной из обрезков стеклотекстолита (**рис. 12**). Это позволяет легко надевать трансформатор на провод свечи и снимать его. Вполне допустимо вместо П-образного магнитопровода применить ферритовое кольцо, расколов его на две приблизительно равные части. Грани магнитопровода перед намоткой следует притупить, а место расположения вторичной обмотки покрыть изолирующей плёнкой. Готовую обмотку необходимо защитить изоляционным лаком. Её подключают к входу усилителя-формирователя экранированным проводом длиной 50...100 см.

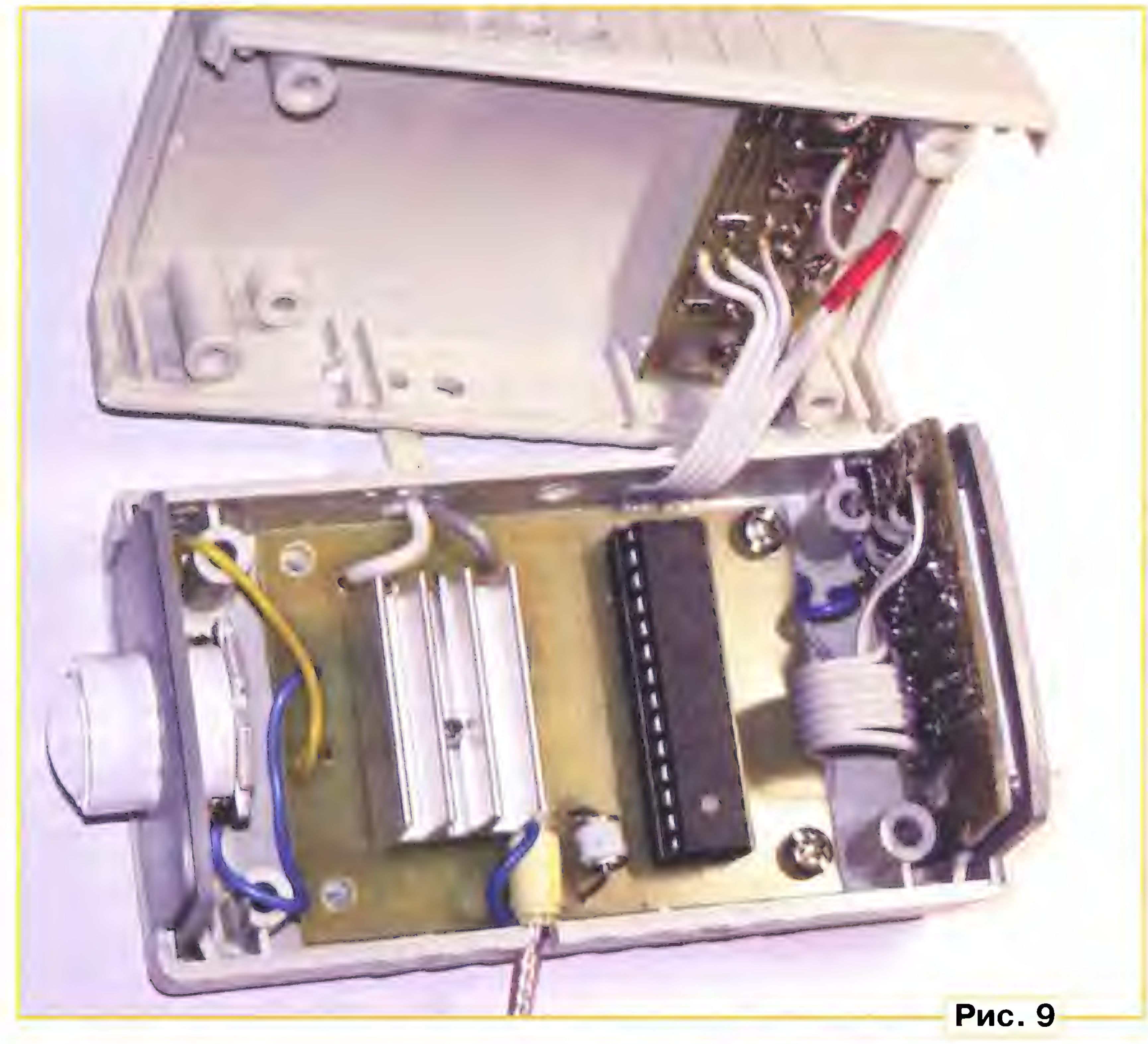


Рис. 9



Рис. 12

Fuse	Value
BOOTRST	☐
RSTDISBL	☐
DWEN	☐
SPIEN	☑
WDTON	☐
EESAVE	☑
BODLEVEL	Brown-out detection disabled
CKDIV8	☐
CKOUT	☐
SUT_CKSEL	Int. RC Osc. 8 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 6 CK/14 CK + 4.1 m

EXTENDED	0xF9
HIGH	0xD7
LOW	0xD2

Рис. 10

Магнитопровод

Обмотка

Свечной провод

Рис. 11

Кроме индуктивного датчика, с прибором можно использовать и гораздо более простой по конструкции, ёмкостный. В общем случае он представляет собой металлическую пластину, плотно прижатую к проводу свечи. Пластина и провод образуют конденсатор, через который импульсы поступают на вход прибора. От пластины датчика экранированный провод должен идти к точке соединения разрядника F1, резистора R2 и конденсатора C2. Экран соединяют с общим проводом только со стороны прибора.

Плата за простоту конструкции ёмкостного датчика — его весьма низкая помехоустойчивость. Трансформатор тока реагирует практически только на изменение тока в проводе, который проходит через окно его магнитопровода, остальные электромагнитные явления, которых в моторном отсеке автомобиля более чем достаточно, его "не интересуют". Ёмкостный же датчик охотно реагирует на изменения напряжения не только в проводе, на который он установлен, но и в других цепях. Поэтому каждый экземпляр такого датчика требует индивидуальной подборки элементов входной цепи усилителя-формирователя. В частности, постоянный резистор R2 следует заменить подстроечным сопротивлением 100...120 кОм, включённым по схеме реостата. Вращая его движок, добейтесь устойчивой работы прибора, после чего замените подстроечный резистор постоянным ближайшего номинала.

Автор испытывал прибор с ёмкостным датчиком, сделанным из обычного зажима "крокодил", зубцы на губках которого были загнуты внутрь, а пружина ослаблена, чтобы исключить повреждение изоляции провода свечи. Результаты в целом удовлетворительные, однако датчик довольно капризен и реагирует, например, на расстояние до проводов других свечей и до корпуса двигателя.

Правильно собранный из исправных деталей прибор не требует налаживания (за исключением варианта с ёмкостным датчиком, о чём было сказано выше). Проверить правильность сборки и функционирования прибора несложно. Для этого следует включить режим "Ч" и подключить прибор к источнику питания с напряжением 7...16 В (датчик к проводу свечи не подключать, чтобы исключить поступление импульсов на вход прибора).

После включения прибора светодиод EL1 вспыхивать не должен. Первые 6 с на индикаторе должно отображаться число 1234. Если цифры следуют в другом порядке, то разряды индикатора перепутаны. При искажённом начертании цифр следует искать ошибки в подключении элементов индикатора к микроконтроллеру. По истечении 6 с в младших разрядах индикатора должны появиться три нуля — этим проверяется гашение незначащего нуля в старшем разряде.

Далее следует перевести прибор в режим "У". Индикатор должен показать минус ноль градусов, а кнопки SB1 и SB2 должны быть заблокированы. На этом проверка закончена.

Работают с прибором в следующем порядке:

1. Провода питания подключают к зажимам аккумулятора.

2. Датчик искры устанавливают на провод свечи первого цилиндра. Это следует делать при заглушенном двигателе.

3. Запускают двигатель.

Если измеренная частота вращения при неизменном режиме работы двигателя существенно изменяется от измерения к измерению, то индуктивный датчик (трансформатор тока) следует снять с провода свечи и установить обратно, повернув на 180°.

Если необходимо измерить УОЗ, то прибором в режиме "Ч" предварительно измеряют частоту вращения коленвала, а затем переключают прибор в режим "У" и измеряют УОЗ по методике, описанной выше.

Следует помнить, что в режиме измерения УОЗ погрешность практически полностью определяется стабильностью частоты вращения коленвала двигателя. Приемлемой максимальной погрешностью следует считать 8...10 %, поэтому и стабильность поддержания оборотов двигателя не должна быть хуже этого значения. Если системы двигателя не обеспечивают достаточно точного поддержания частоты его вращения, их следует проверить, а при необходимости отремонтировать.

*От редакции. Файлы печатных плат прибора и программа микроконтроллера имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/04/uoz.zip** на нашем FTP-сервере.*

тел. 607-88-18

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приставка к омывателю фар

В. СУРОВ, г. Горно-Алтайск

Автор предлагает читателям свою новую конструкцию, подключаемую к электрооборудованию автомобиля. Она выполнена в виде малогабаритной приставки с применением микроконтроллера PIC12F675, доступна для повторения и предназначена для управления насосом омывателя фар без дополнительной кнопки управления.

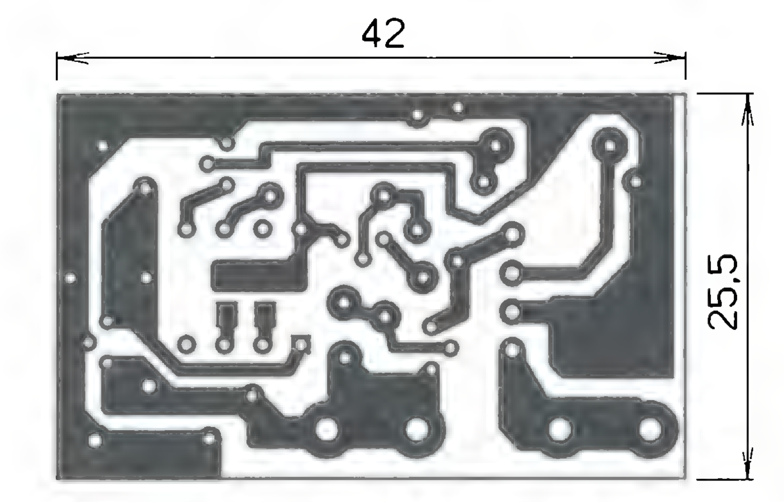
В настоящее время на рынке можно купить комплекты автомобильных струйных омывателей фар (далее — ОФС) от разных производителей. Система управления этими устройствами довольно проста: включение насоса водителем осуществляется кнопкой, выведенной в салон автомобиля. Однако многие автолюбители при установке комплекта ОФС сталкиваются с "эстетической" проблемой, связанной с местом установки кнопки. Нежелание портить внешний вид передней панели салона установкой кнопки и попытки в связи с этим завязать включение ОФС напрямую через штатные переключатели, расположенные под рукой около руля, приводят с каждым их включением к значительному увеличению расхода жидкости из бачка омывателя.

Одним из вариантов решения этой проблемы является установка и подключение вместе с комплектом ОФС электронного блока — дополнительной приставки, позволяющей осуществлять включение насоса омывателя фар с помощью штатного переключателя, расположенного под рукой около руля (подрулевого переключателя). При этом управление насосом происходит только по определённому алгоритму включения переключателя, выполняющего функцию кнопки. Схема такой приставки приведена на **рис. 1**.

Рис. 1

Питание на приставку подают через контакт 4 вилки XP1 от плюсового провода любой из габаритных ламп автомобиля. К контакту 1 вилки XP1 подключают провод, идущий ранее к штатной кнопке ОФС включения насоса. Подача напряжения бортсети +12 В на контакт 2 XP1 с подрулевого переключателя относительно общего провода (контакта 3) служит входным сигналом управления работой приставки. Алгоритм её работы таков, что после программно заданного числа нажатий на подрулевой переключатель с паузой между нажатиями не более 5 с, насос омывателя фар включается на 2 с.

Приставка выполнена на базе микроконтроллера PIC12F675 (DD1). В работе микроконтроллера (МК) задействованы таймер TMR1 и внутренний тактирующий RC-генератор частотой 4 МГц. Для питания МК напряжением +5 В от бортсети +12 В (контакт 4 XP1) применён интегральный стабилизатор напряжения DA1 серии 78L05 с функцией защиты совместно с плавкой вставкой FU1 1A от коротких замыканий на выходе. Защитный диод (супрессор) VD1 защищает узлы приставки от бросков напряжения питания в бортовой сети автомобиля. Узел на транзисторе VT1 формирует необходимый уровень входного сигнала управления для порта GP2 МК. Управление исполнительным реле ОФС с выхода GP1 МК осуществляется транзисторами VT2, VT3, включёнными как усилители тока. С подачей питания (включения габаритных ламп) напряжение бортсети +12 В подаётся и на эмиттер транзистора VT3.



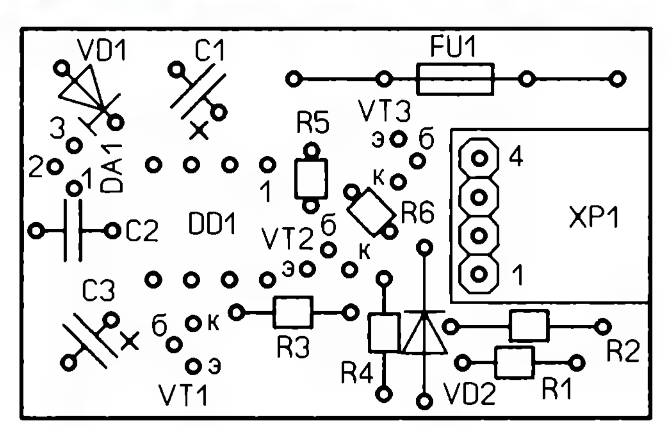


Рис. 2

Алгоритм управления включением насоса омывателя фар задаётся программно и, как уже сказано выше, определяется числом нажатий подрулевого переключателя автомобиля, после которых насос включается на 2 с. Число нажатий (набор кода) зависит от наличия/отсутствия перемычек (замыканий) выводов 2 и 3 МК на общий провод. Так, при незамкнутых выводах МК оно равно трём, при замкнутом выводе 2 — четырём, при замкнутом выводе 3 — пяти, а при замкнутых выводах 2 и 3 — шести нажатиям. На печатной плате для выбора комбинации замыканий выводов предусмотрены металлизированные площадки. При заданном наборе кода включения насоса после соответствующего числа нажатий на выходе порта GP1 МК появляется напряжение +5 В, транзистор VT2, а за ним и VT3 открываются и напряжение бортсети +12 В подаётся на насос ОФС.

Приставка смонтирована на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1 мм. Чертёж печатной платы и расположенные на ней элементы представлены на **рис. 2**. XP1 — вилка на плату угловая четырёхконтактного разъёма WF-4R. Предохранитель FU1 1A установлен в два держателя на плату ZH266 5×20. Микросхему DD1 для большей надёжности лучше впаять непосредственно в плату, разумеется, предварительно запрограммировав. Вместо МК PIC12F675-I/P можно использовать PIC12F629-I/P. Прошивка для него также прилагается.

Плату помещают в пластмассовый корпус подходящих размеров и закрепляют на блоке управления ОФС в подходящем месте под капотом автомобиля вдали от двигателя и различных подвижных частей. Для защиты от влаги, пыли и грязи разборные части корпуса по периметру стыковки герметизируют.

*__От редакции__. Программы микроконтроллера и чертёж печатной платы в формате Sprint LayOut 6.0 имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/04/omivatel.zip** на нашем FTP-сервере.*

Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

Конкурс "Электронных рождественских декоров" в г. Риге

С. КУЗНЕЦОВ, г. Москва

В Рижском дворце школьников с 16 декабря 2015 г. по 9 января 2016 г. проходил XI Международный конкурс "Электронных Рождественских декоров", где были представлены различные электронные устройства, посвящённые рождественской тематике, собранные школьниками из Латвии, Литвы, Белоруссии, Украины и России. Нашу страну представляла команда детского коллектива "Радиоэлектроники и робототехники" Центра внешкольной работы "На Сумском".

"В современном мире важно изучать электронику со школьной скамьи, — отметил в приветственном слове организатор конкурса Янис Озолс-Озолиньш. — *В том, что дети стремятся познавать азы науки, а школьники старших классов — повышать свой образовательный уровень в области радиоэлектроники, огромная заслуга педагогов и руководителей лабораторий технического творчества. Этим конкурсом мы хотим объединить как ребят, открывая для них возможность проявить себя, так и руководителей, которые делятся опытом работы и методами преподавания".*

Более четырёх тысяч зрителей, а также десять членов жюри смогли оценить творчество юных изобретателей (**рис. 1**). Работы конкурсантов оценивались в четырёх основных категориях. Для самых маленьких участников — "Начинающий" и "Народный", для более опытных участников — "Мастер", а для разработчиков самых сложных устройств на основе микроконтроллеров — "Эксперт". Поскольку в этом году выросло как число, так и качество работ, жюри пришлось оценивать не только оригинальность, но и качество сборки и пайки, а для устройств на микроконтроллерах — сложность программы.


Рис. 1


Рис. 2

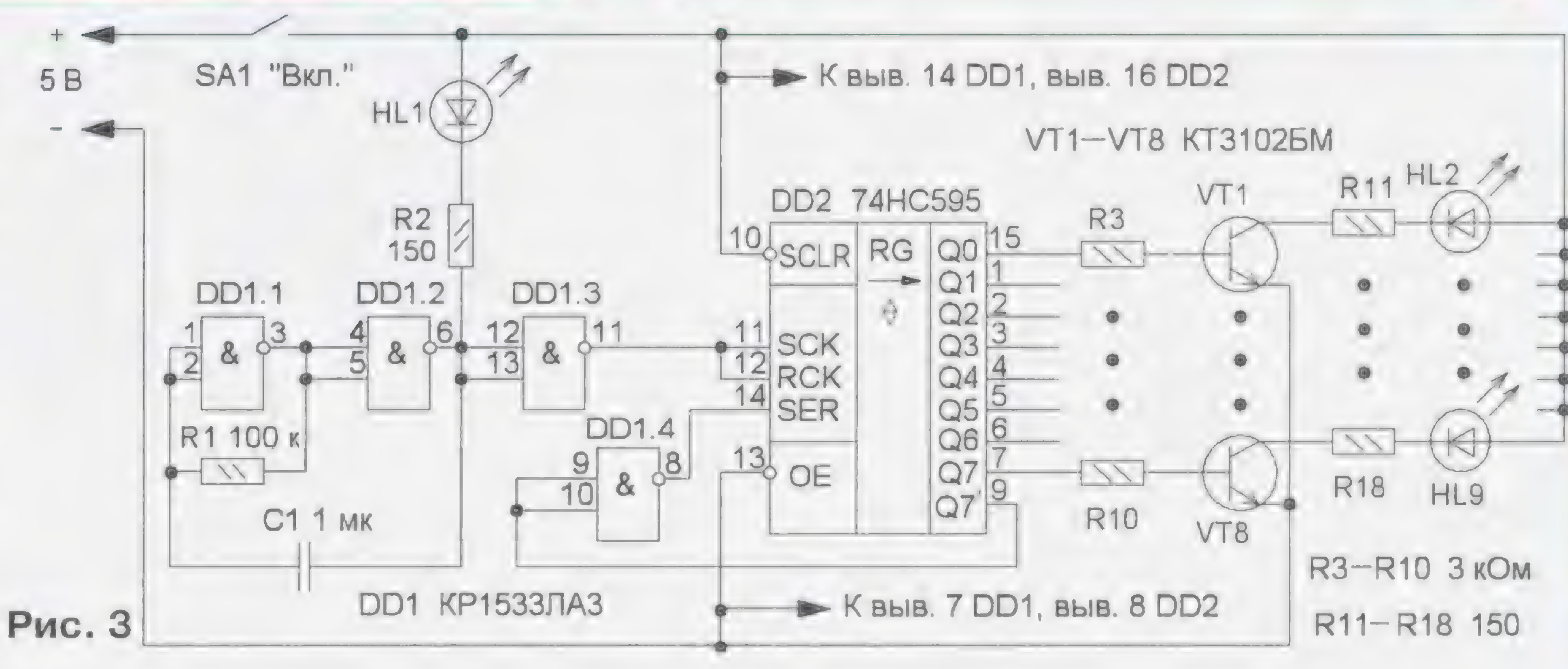


Рис. 3



Рис. 4

Дмитрий Максименко представил на конкурс свою разработку — "Зимняя фантазия", которая представляет собой композицию, украшенную светодиодами (**рис. 2**), управляемыми электронным устройством, схема которого показана на **рис. 3**. На логических элементах DD1.1 и DD1.2 собран генератор импульсов с частотой следования в доли герца, элемент DD1.3 — буферный. С этой же частотой вспыхивает светодиод HL1. Импульсы генератора поступают на сдвиговый регистр DD2, который управляет транзисторами VT1—VT8, подающими питающее напряжение на светодиоды HL2—HL9. Устройство работает следующим образом. После включения питания светодиоды HL2—HL9 начинают последовательно загораться, а затем также последовательно гаснуть. Светодиод HL1 установлен в центре снежинки, остальные — в её лучах или в других местах композиции. Все светодиоды — маломощные, цвет их свечения может быть любой. В коллекторную



Рис. 7

цепь каждого транзистора можно установить до пяти светодиодов последовательно с токоограничивающим резистором аналогично цепи R2HL1.

Лайма Камзола продемонстрировала свою разработку — "Дерево Лаймы" (**рис. 4**), изготовленную в коллективе "Радиоэлектроника" (г. Вентспилс, Латвия) под руководством Виктора Багиенского. Схема устройства показана на **рис. 5**. В его состав входит генератор импульсов, собранный на элементе DD1.1, буферный элемент DD1.2 и два счётчика (DD2 и DD3) с дешифраторами для управления семиэлементным светодиодным индикатором. Но вместо индикаторов подключены отдельные светодиоды. Импульсы генератора поступают на первый счётчик-дешифратор DD2, и в зависимости от их числа изменяется число включённых светодиодов. Когда поступит десятый импульс, начнёт работать счётчик-дешифратор DD3. Частота переключения све-

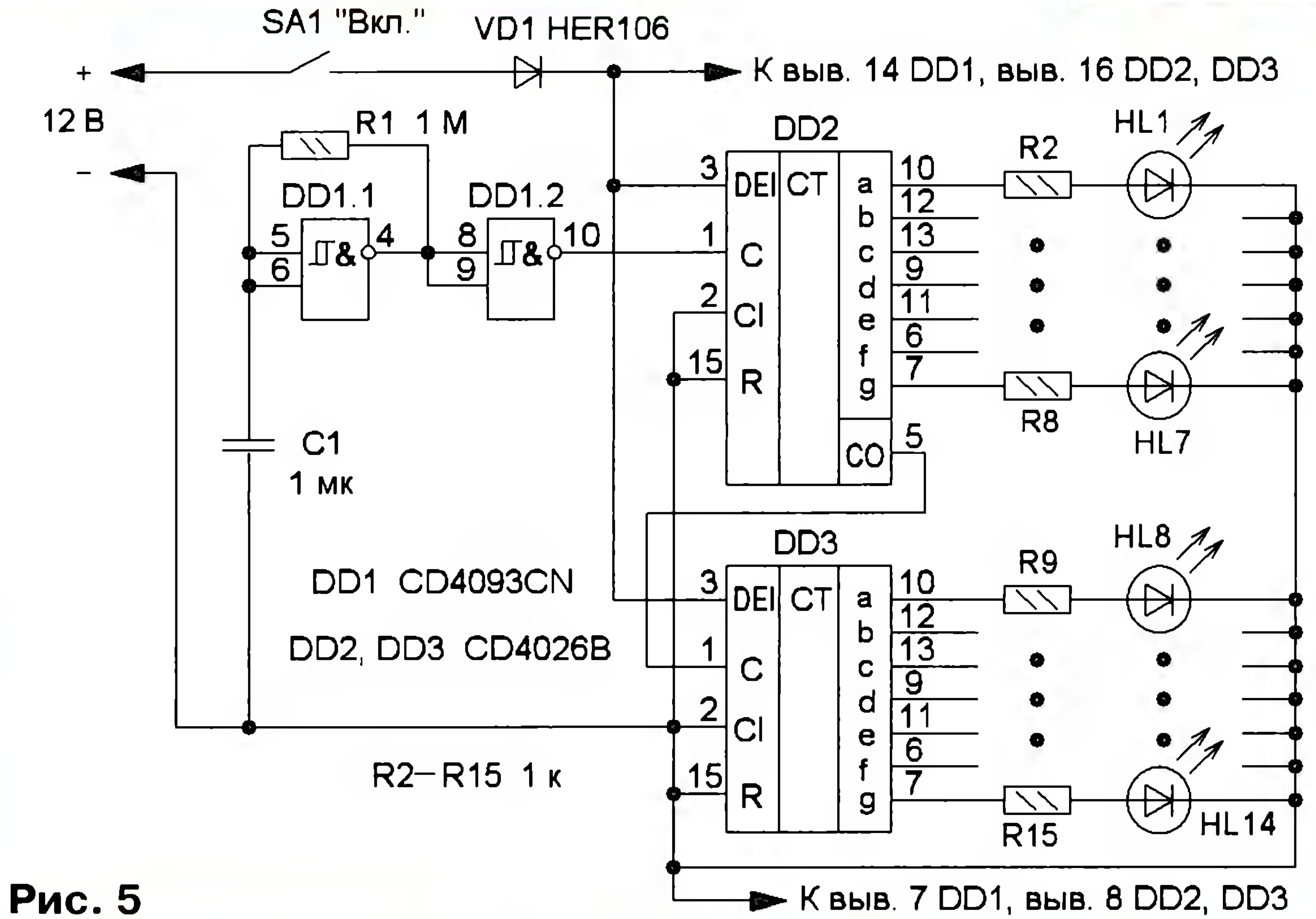


Рис. 5



Рис. 6



Рис. 8


Рис. 9

тодиодов HL1—HL7 равна частоте генератора, а светодиодов HL8—HL14 — в десять раз меньше. В результате общее число возможных комбинаций светящихся светодиодов равно 100. Светодиоды могут быть любого цвета, маломощные, их число можно увеличить вдвое, если к каждому выходу счётчика-дешифратора подключить по два светодиода, соединённых последовательно.

Подводя итоги конкурса, жюри назвало 14 победителей и призёров, в числе которых четыре школьника из команды юных радиолюбителей Центра внешкольной работы "На Сумском", руководитель коллектива С. М. Кузнецов. В категории "Эксперт" первое место (**рис. 6**) занял Дмитрий Затонских, второе — Максим Солдатов. В категории "Мастер" победителем стал Дмитрий Максименко. За оригинальность конструкции награду получил Виталий Кисель.

По традиции, после награждения победителей (**рис. 7**) и окончания конкурса, команда из г. Москвы побывала на экскурсии в г. Риге (**рис. 8**) и г. Юрмале (**рис. 9**).

Измеритель частоты пульсаций яркости осветительных ламп — приставка к мультиметру

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Как правило, основная частота пульсаций яркости осветительных ламп — 100 Гц. Обусловлено это тем, что у ламп накаливания именно с этой частотой меняются мгновенная потребляемая мощность, от нуля до максимума, а также температура нити накаливания и яркость. За счёт инерционности нити её температура изменяется в относительно небольших пределах, но пульсации яркости остаются. У люминесцентных ламп с балластным дросселем частота пульсаций также 100 Гц. А у КЛЛ с электронным пуско-регулирующим аппаратом (ЭПРА), где обычно применён мостовой диодный выпрямитель, частота пульсаций (кроме частоты преобразования) тоже 100 Гц. Но некоторые фирмы экономят на диодах — вместо мостового выпрямителя может быть однополупериодный на одном диоде. Чаще всего это бывает в маломощных КЛЛ. В результате частота пульсаций яркости равна частоте сети. Как правило, в этом случае и уровень пульсаций яркости выше.

В измерителе можно использовать солнечную батарею от газонного светодиодного светильника, а поскольку высокой точности измерения не требуется, для этой цели можно применить мультиметры с функцией измерения частоты. Но чувствительности большинства из них недостаточно, поэтому потребуется усилитель сигнала, который можно питать от солнечной батареи.

Рис. 1

Схема такого усилителя показана на **рис. 1**. Датчиком освещённости и одновременно источником питания служит солнечная батарея от газонного светодиодного светильника. Двухкаскадный усилитель собран на транзисторах VT1, VT2 и обеспечивает усиление сигнала пульсаций до напряжения около 300 мВ, что превышает чувствительность частотомера в таком мультиметре, как MY-63. Переменная составляющая напряжения солнечной батареи через конденсатор C2 поступает на вход первого каскада на транзисторе VT1. За счёт ООС через резистор R1 режим работы транзистора устанавливается автоматически. Второй каскад собран по аналогичной схеме, но на его входе включён подстроечный резистор R3, с помощью которого устанавливают требуемый коэффициент усиления. Конденсатор C1 практически не подавляет сигналы с частотами 50 и 100 Гц и обеспечивает устойчивую работу усилителя, поскольку применённые транзисторы — высокочастотные.

Устройство работает при напряжении солнечной батареи 1...2,5 В. Из-за нелинейной зависимости выходного напряжения солнечной батареи от освещённости, при малом напряжении амплитуда пульсаций больше, но коэффициент усиления меньше. С ростом постоянного напряжения амплитуда пульсаций снижается, но растёт коэффициент усиления. Поэтому выходное переменное напряжение изменяется в относительно небольших пределах при большом изменении освещённости солнечной батареи. Если уровень пульсаций яркости мал, сигнала может не хватить для нормальной работы частотомера, но в этом случае и частота

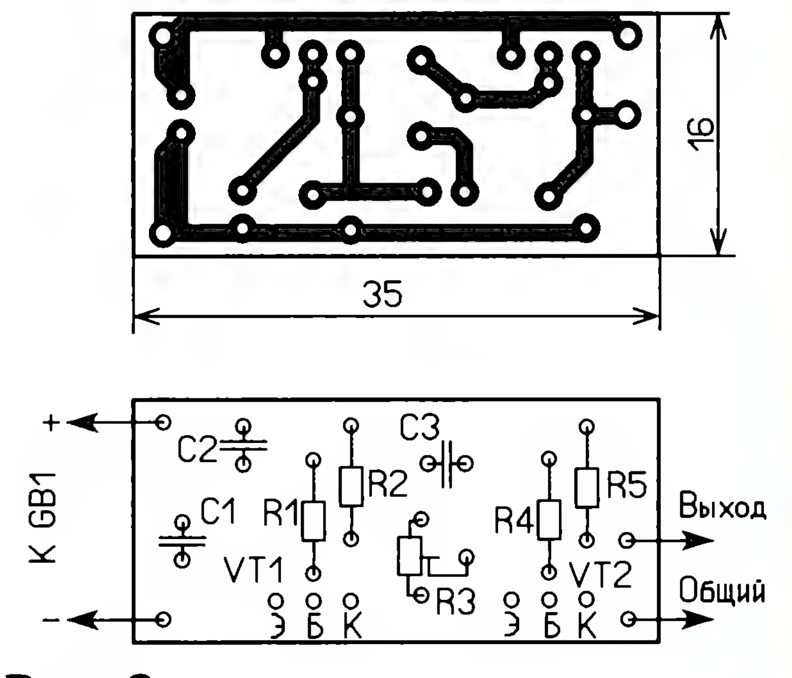


Рис. 2

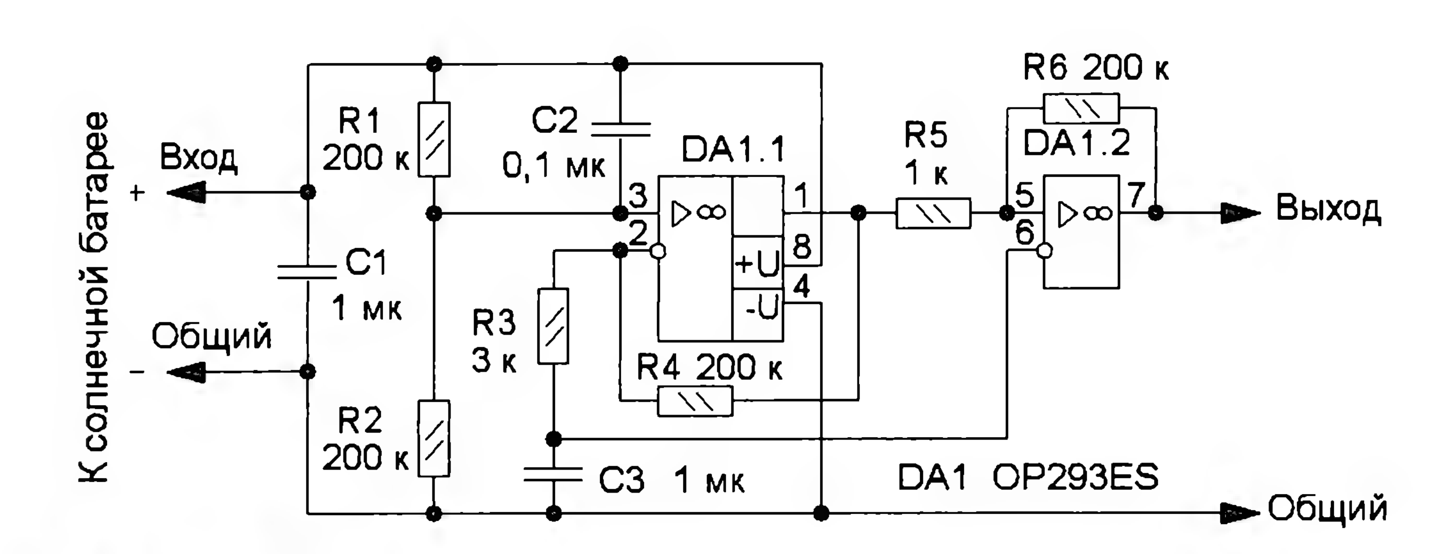


Рис. 3

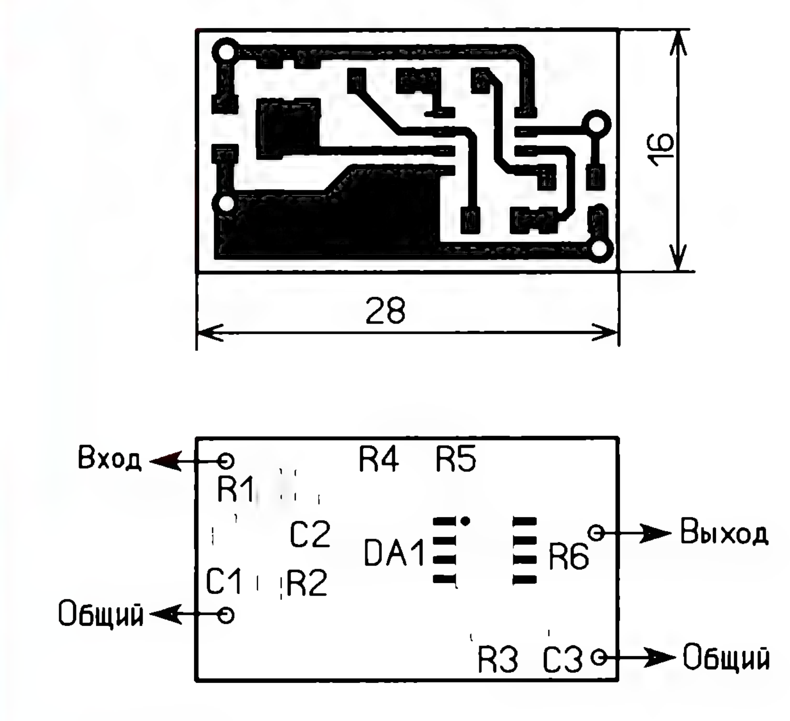


Рис. 4

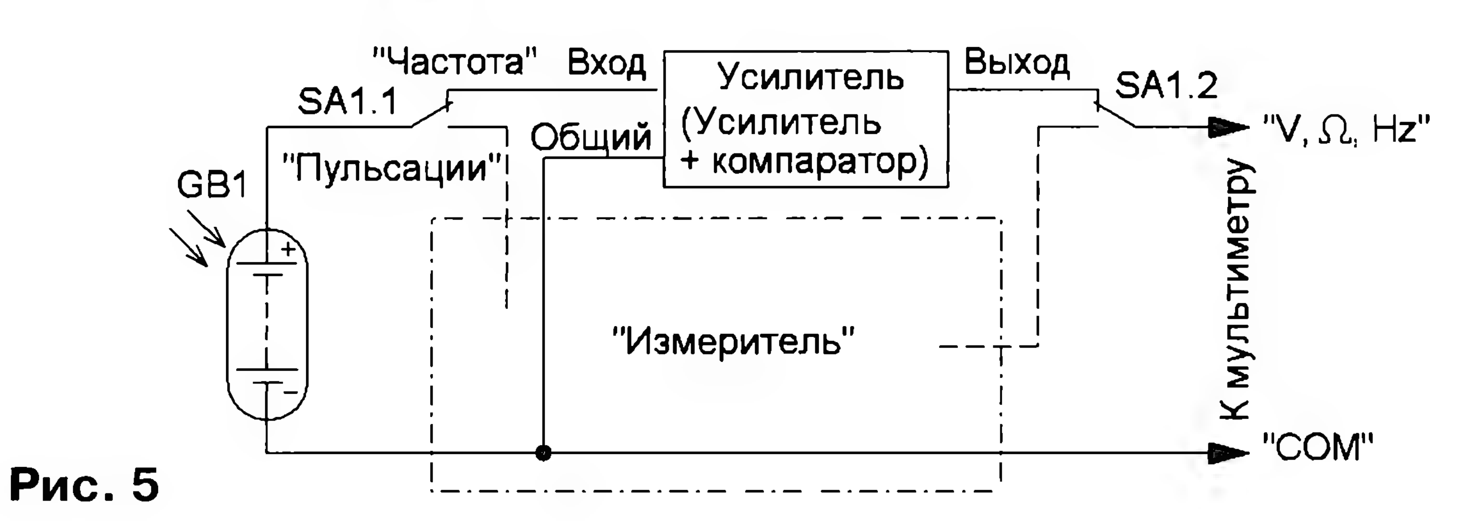


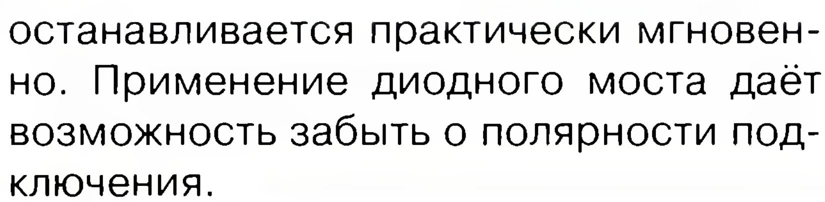
Рис. 5

пульсаций не имеет существенного значения.

Усилитель можно собрать на односторонней печатной плате из стеклотекстолита, чертёж которой показан на **рис. 2**. Применены постоянные резисторы С2-23, Р1-4, подстроечный СП3-19, конденсаторы — импортные керамические, транзисторы КТ342БМ можно заменить транзисторами КТ3102 с любым буквенным индексом. Солнечная батарея — размерами 25×25 мм.

Если для измерения частоты применить другой мультиметр, например, АРРА 62, чувствительность которого в этом режиме — 1,5 В, предложенного усилителя на транзисторах будет недостаточно. Выходом из этой ситуации может быть применение усилителя и компаратора на ОУ, схема которого показана на **рис. 3**. Чертёж платы с элементами для поверхностного монтажа показан на **рис. 4**. Резисторы — РН1-12, конденсаторы — К10-17в типоразмера 1206.

Усилитель на транзисторах или усилитель с компаратором на ОУ можно встроить в измеритель уровня пульсаций яркости осветительных ламп ("Радио", 2015, № 12, с. 41, 42), в котором уже есть солнечная батарея. Совместно с мультиметрами MY-63 (в первом случае) или АРРА 62 (во втором) это обеспечит измерение уровня и частоты пульсаций яркости осветительных ламп. Но это потребует небольшой доработки (**рис. 5**) указанного измерителя, которая сведётся к размещению платы усилителя (усилителя с компаратором) и установке на корпусе дополнительного переключателя на два положения и два направления, например KBB40-2P2W.



Микродрель для сверления плат

Н. КАМЕНЕВ, г. Москва

Существует много вариантов схем питания и управления двигателем микродрели. Я пробовал разные и все-таки выбрал одну из самых простых (**рис. 1**). По моему мнению, основное неудобство при сверлении плат — сравнительно медленная остановка электродвигателя. В предлагаемом варианте после выключения двигателя его обмотка замыкается, поэтому он останавливается практически мгновенно. Применение диодного моста даёт возможность забыть о полярности подключения.

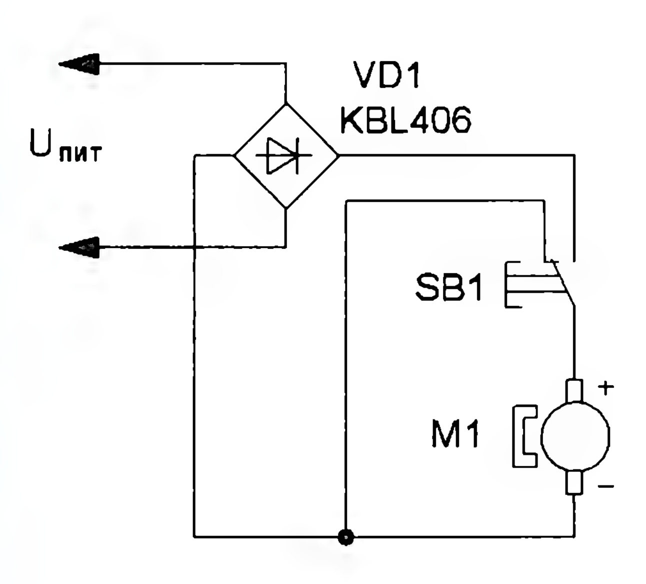


Рис. 1

Для микродрели я применил электродвигатель ДПР-52-Н1-02, переключатель — кнопочный с самовозвратом КМА1-IV, диодный мост — любой малогабаритный, выдерживающий потребляемый двигателем ток. Переключатель и диодный мост закреплены на корпусе двигателя (**рис. 2**). Питающее постоянное напряжение (можно нестабилизированное) — около 20 В.

Дополнительная проблема — крепление сверла. Всевозможные малогабаритные цанги всё-таки плохо его держат, кроме того, необходимо несколько цанг для свёрл разного диаметра. Я применил сверлильный патрон № 1 от старой ручной дрели (см. рис. 2), это дало возможность применять разные свёрла и быстро их менять. Он немного обрезан, и по его центру просверлено отверстие для насадки (запрессовки) на вал двигателя. Такой микродрелью пользуюсь уже много лет.



Рис. 2



Проектирование электронных устройств на основе микроконтроллеров AVR в программной среде PROTEUS 8

Т. КОЛЕСНИКОВА, г. Хмельницкий, Украина

Если компилятор не обнаружил в тексте программы ошибок, на диске компьютера в рабочей папке проекта будут созданы файлы с расширениями *.elf, *.hex и *.c (для программы на языке C и компилятора WinAVR) или *.obj и *.asm (для программы на языке ассемблера AVRASM).

Schematic Capture × | Source Code ×

AVR Source Code - U1

main.c

```
-------- #include <inttypes.h>
-------- #include <avr/io.h>
-------- #include <avr/interrupt.h>
-------- #include <avr/sleep.h>
-------- #include <util/delay.h>
--------
-------- int main()
-------- {
006C       DDRD=0xff;
0070       PORTD=0x00;
-------- while(1)
0072       {PORTD=0b00000001;
--------   _delay_ms(1000);
0080       PORTD=0b00000010;
--------   _delay_ms(1000);
-------- }
-------- }
```

Рис. 20

Schematic Capture × | Source Code ×

AVR Source Code - U1

main.asm

```
0000    ldi     R16, 0b11111111
0002    out     DDRD, R16
-------- Loop:
0004      clr  R16
0006      ldi  R16, 0b00000001
0008      out  PortD, R16
000A      nop
000C      nop
000E      nop
0010      nop
0012      clr  R16
0014      ldi  R16, 0b00000010
0016      out  PortD, R16
0018      nop
001A      nop
001C      nop
001E      nop
0020    rjmp    Loop
--------
```

Рис. 21

VSM Studio Output

```
avr-gcc.exe -Wall -gdwarf-2 -fsigned-char
../main.c: In function 'main':
../main.c:12: error: lvalue required as left operand of assignment
../main.c:13: warning: implicit declaration of function 'delay_ms'
make: *** [main.o] Error 1

Error code 2
```

Рис. 22

Продолжение.
Начало см. в "Радио", 2016, № 3

Отладка программы выполняется на вкладке "AVR Source Code", которую открывают командой "Debug→Start VSM Debugging". Эта вкладка показана на **рис. 20** для языка C, на **рис. 21** — для языка ассемблера. Более подробно работа с отладчиком программы рассмотрена в [3].

Simulation Log | AVR CPU Registers - U1

AVR CPU Registers - U1

```
PC     INSTRUCTION
0088   SBIW R25:R24,01

SREG   ITHSVNZC   CYCLE COUNT
00     00000000   49999

R00:00  R08:00  R16:00  R24:0C
R01:00  R09:00  R17:00  R25:00
R02:00  R10:00  R18:30  R26:01
R03:00  R11:00  R19:25  R27:02
R04:00  R12:00  R20:19  R28:5F
R05:00  R13:00  R21:00  R29:04
R06:00  R14:00  R22:10  R30:32
R07:00  R15:00  R23:27  R31:00

X:0201  Y:045F  Z:0032  S:045D
```

PAUSED: 0.050000000s

Рис. 23

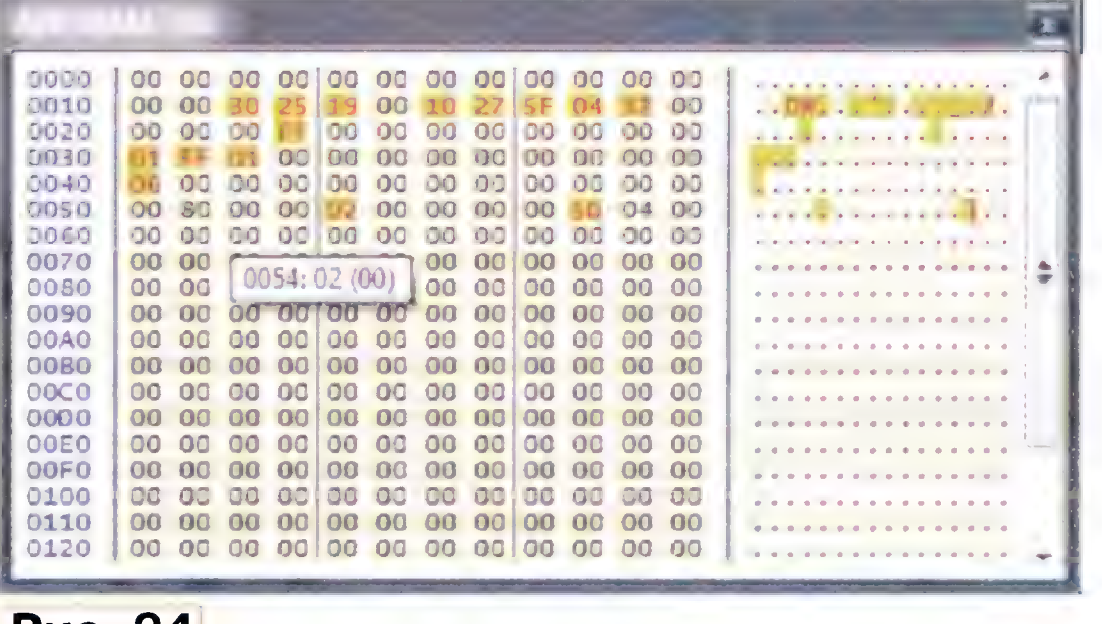


Рис. 24

AVR Program Memory - U1

```
0000  0C 94 2A 00 0C 94 34 00 0C 94 34 00
0014  0C 94 34 00 0C 94 34 00 0C 94 34 00
0028  0C 94 34 00 0C 94 34 00 0C 94 34 00
003C  0C 94 34 00 0C 94 34 00 0C 94 34 00
0050  0C 94 34 00 11 24 1F BE 0E 94 36 00
0064  0C 94 52 00 0C 94 00 00 F0 E0 A1 E0
0078  60 E1 77 E2 49 E1 50 E0 01 97 F1 F7
008C  21 50 30 40 D1 F7 80 83 21 50 30 40
00A0  D1 F7 EF CF F8 94 FF CF FF FF FF FF
00B4  FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
00C8  FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
00DC  FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
```

5 Message(s)

Рис. 25

Для загрузки микроконтроллера можно использовать и HEX-файл, созданный с помощью стороннего компилятора. Для этого в рабочем поле проекта щёлкните дважды левой кнопкой мыши по условному графическому изображению микроконтроллера и в открывшемся окне "Edit Component" нажмите в поле "Program File" на экранную кнопку "Open". Будет открыто окно "Открыть файл" Windows, в котором необходимо выбрать нужный HEX-файл и нажать на экранную кнопку "Открыть". После выполнения этих действий в поле "Program File" окна "Edit Component" будет занесён путь к этому файлу.

Отчёт об ошибках, обнаруженных при компиляции программы, выводится в нижней части вкладки "Source Code" на панели "VSM Studio Output" (**рис. 22**). Состояние памяти и регистров микроконтроллера можно просмотреть с помощью команд основного меню редактора схем "Debug→AVR CPU Registers" (**рис. 23**), "Debug→AVR SRAM" (**рис. 24**) и "Debug/AVR Program Memory" (**рис. 25**), когда моделирование приостановлено.

Ошибки при моделировании схемы с микроконтроллером

При попытке моделировать работу программы, написанной на языке C, может произойти ошибка "AVR: Program property is not defined" (**рис. 26**), причиной которой бывает отсутствие инсталлированного в системе компилятора WinAVR. Для его установки следует открыть окно "Compilers", в котором отображён список установленных в системе компиляторов. Делают это командой "System Compilers Configuration" основного меню редактора схем, находясь на вкладке "Source Code". Компилятор установлен, если в поле "Installed" в строке с его названием написано "Yes", иначе в этом поле находится экранная кнопка "Download". Как видно на **рис. 27**, в нашем случае компилятор WinAVR не был установлен.

Процесс установки начинают нажатием на соответствующую нужному

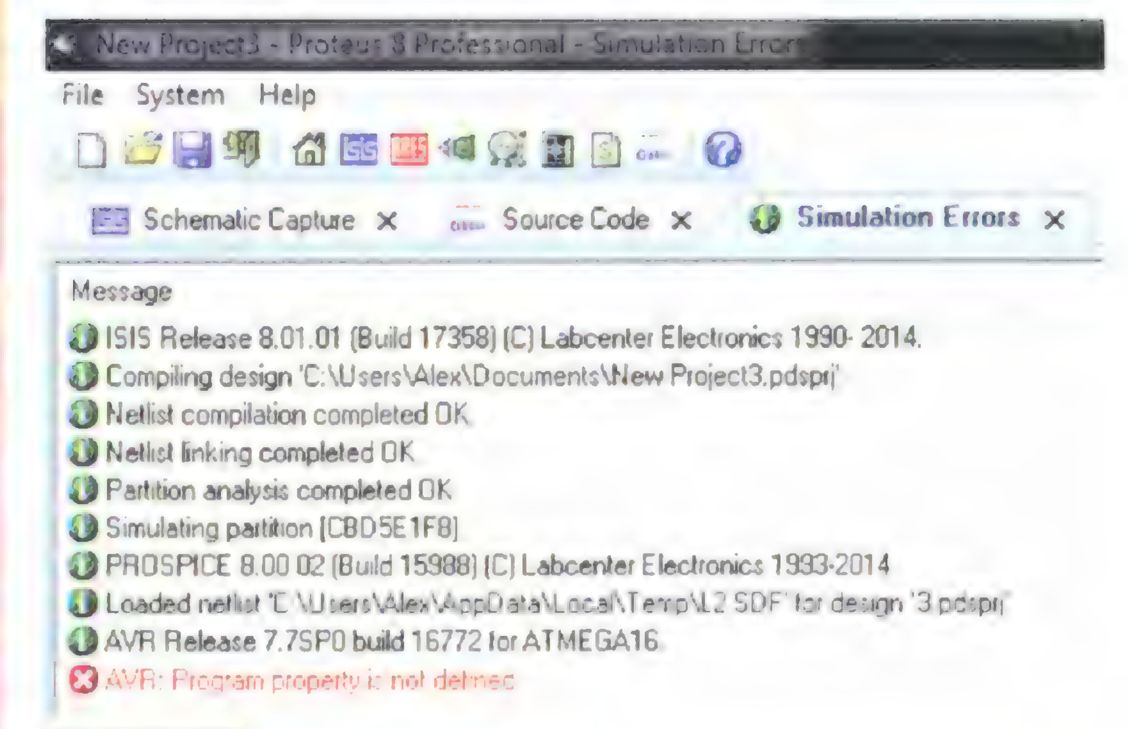


Рис. 26

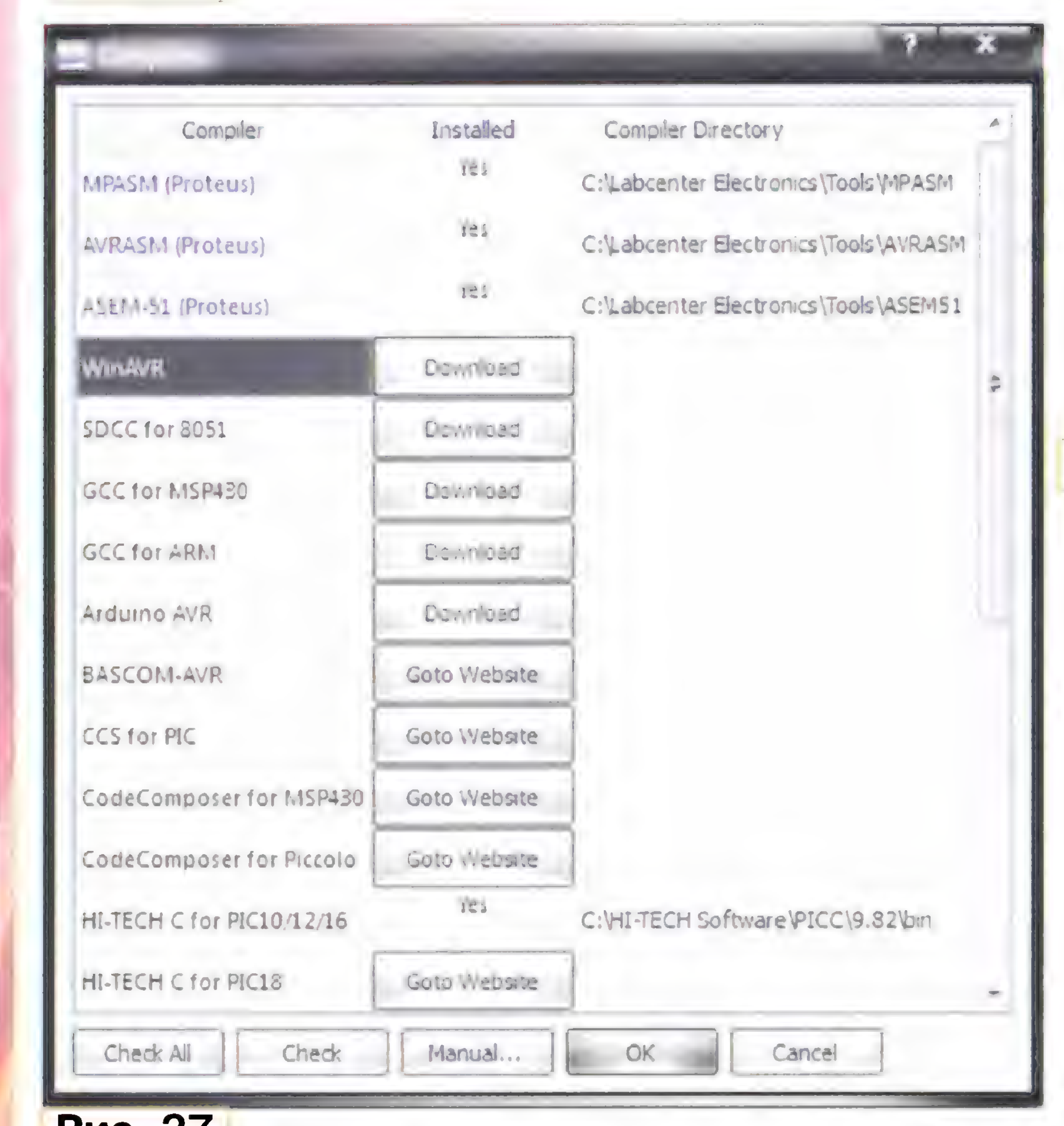


Рис. 27

ASEM-51 (Proteus) Yes C:\Labcenter Electronics\Tools\ASEM51

WinAVR

SDCC for 8051 Download

Рис. 28

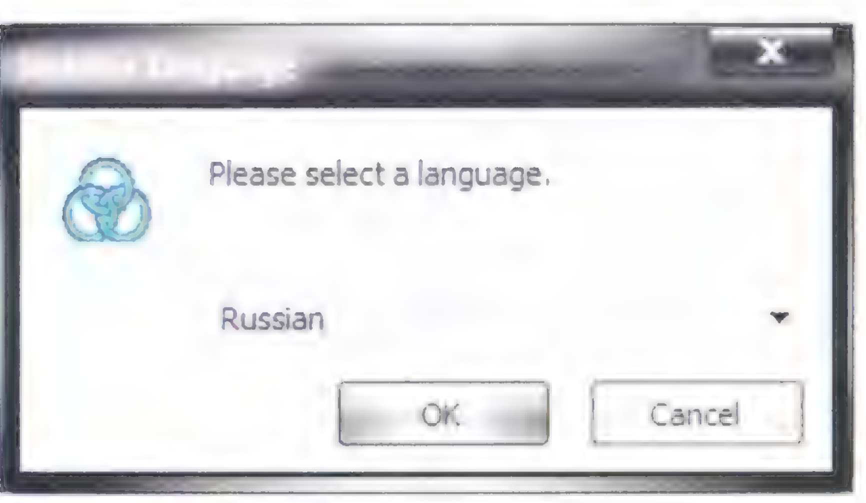


Рис. 29

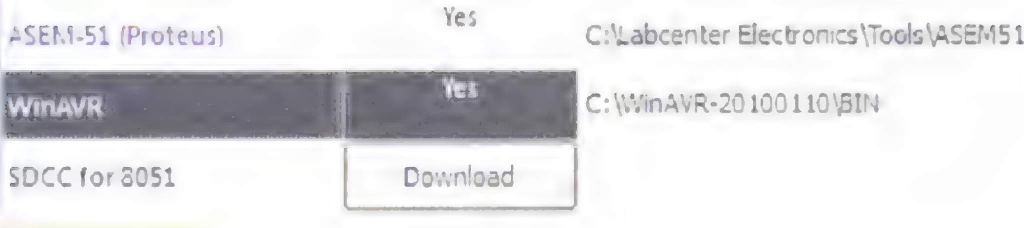


Рис. 30

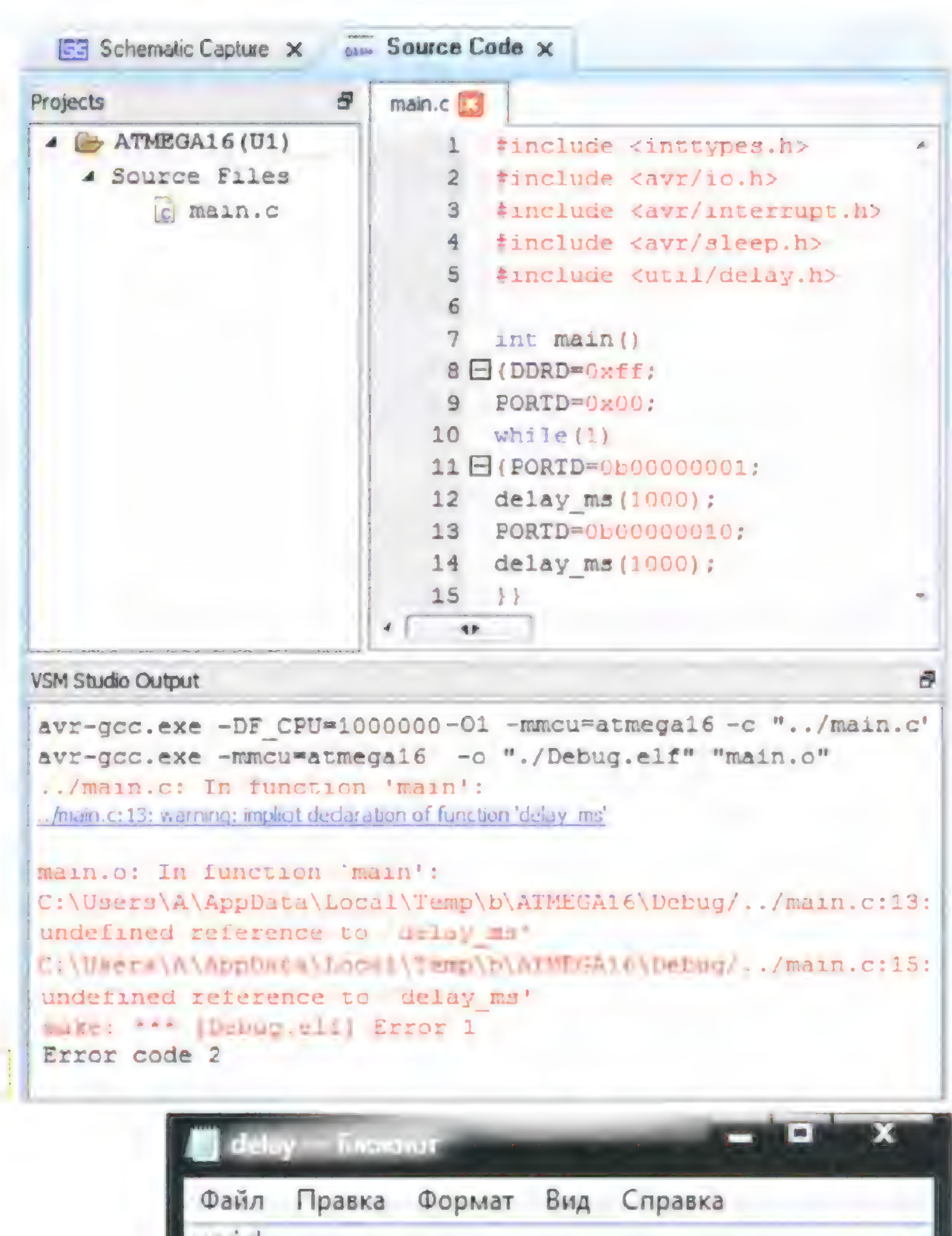


Рис. 31

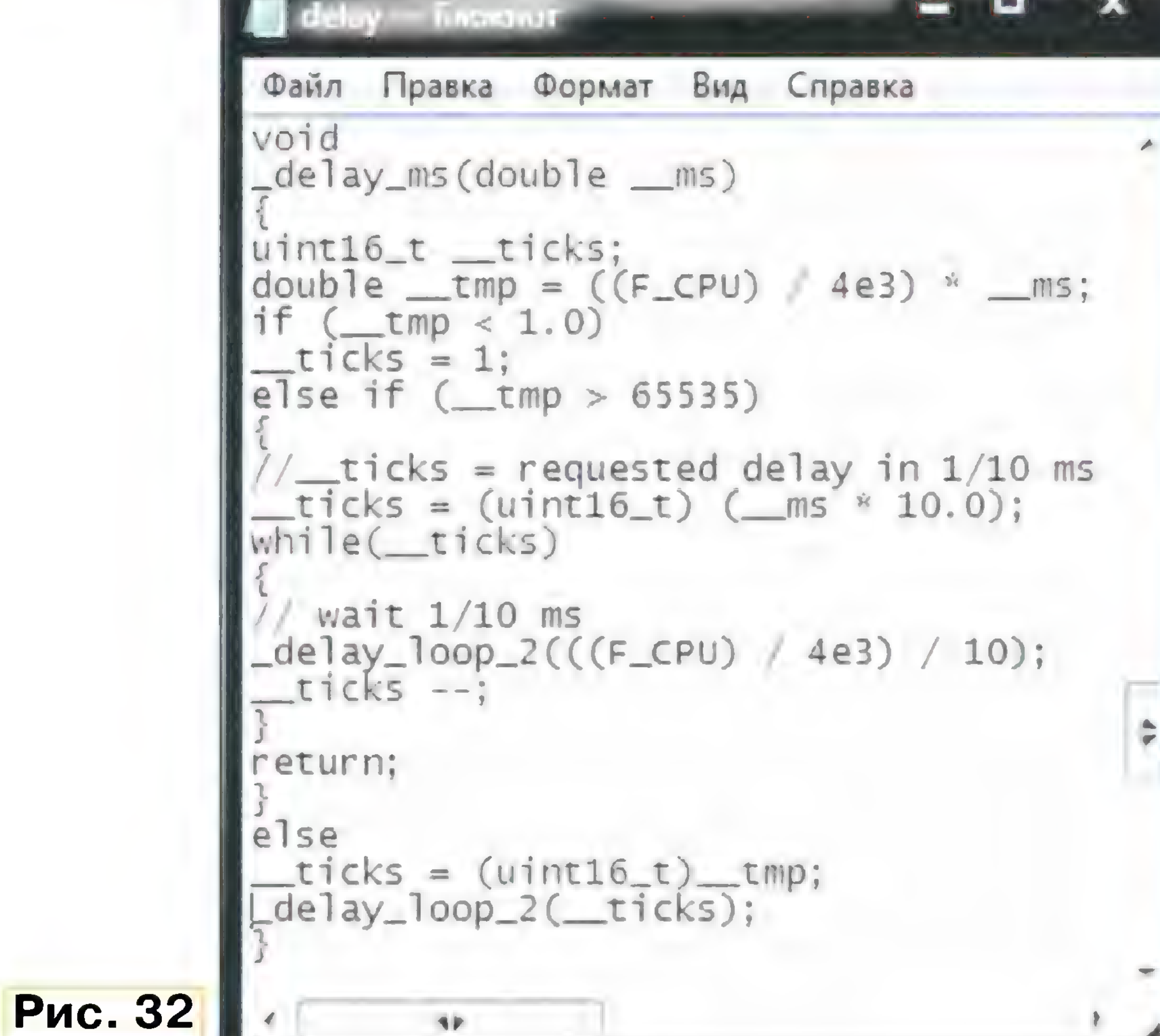


Рис. 32

компилятору экранную кнопку "Download", после чего на ней отображается ход загрузки (**рис. 28**). Затем будет запущена программа установки, в процессе которой в диалоговом режиме будет предложено задать настройки устанавливаемого компилятора. В первую очередь программа установки предлагает выбрать языковой пакет (**рис. 29**), после чего запускает мастер, при работе которого следует принять условия лицензионного соглашения, выбрать папку для установки компилятора и выбрать его устанавливаемые компоненты. По завершении установки в поле "Compiler Directory" строки WinAVR будет показан путь к папке установленного компилятора, а в поле "Installed" появится слово "Yes" (**рис. 30**).

После установки компилятор обнаружил в нашем примере ошибки "undefined reference to 'delay_ms'" (**рис. 31**) — он не смог найти описание функции delay_ms. Так как эта функция объявлена в файле delay.h, для анализа ошибки найдём этот файл в папке компилятора и откроем его (**рис. 32**). Оказывается, в нём нет функции delay_ms, она называется _delay_ms. Исправить ошибку можно двумя способами:

— на вкладке "Source Code" редактора схем изменить в тексте программы название функции delay_ms на _delay_ms;

— в файле delay.h изменить название функции с _delay_ms на delay_ms.

После применения первого способа компиляция прошла успешно (**рис. 33**). Редактировать файл delay.h, как и другие файлы, входящие в комплект компилятора, нежелательно. Это может привести к ошибкам при обработке других программ, разработанных с учётом всех особенностей компилятора.

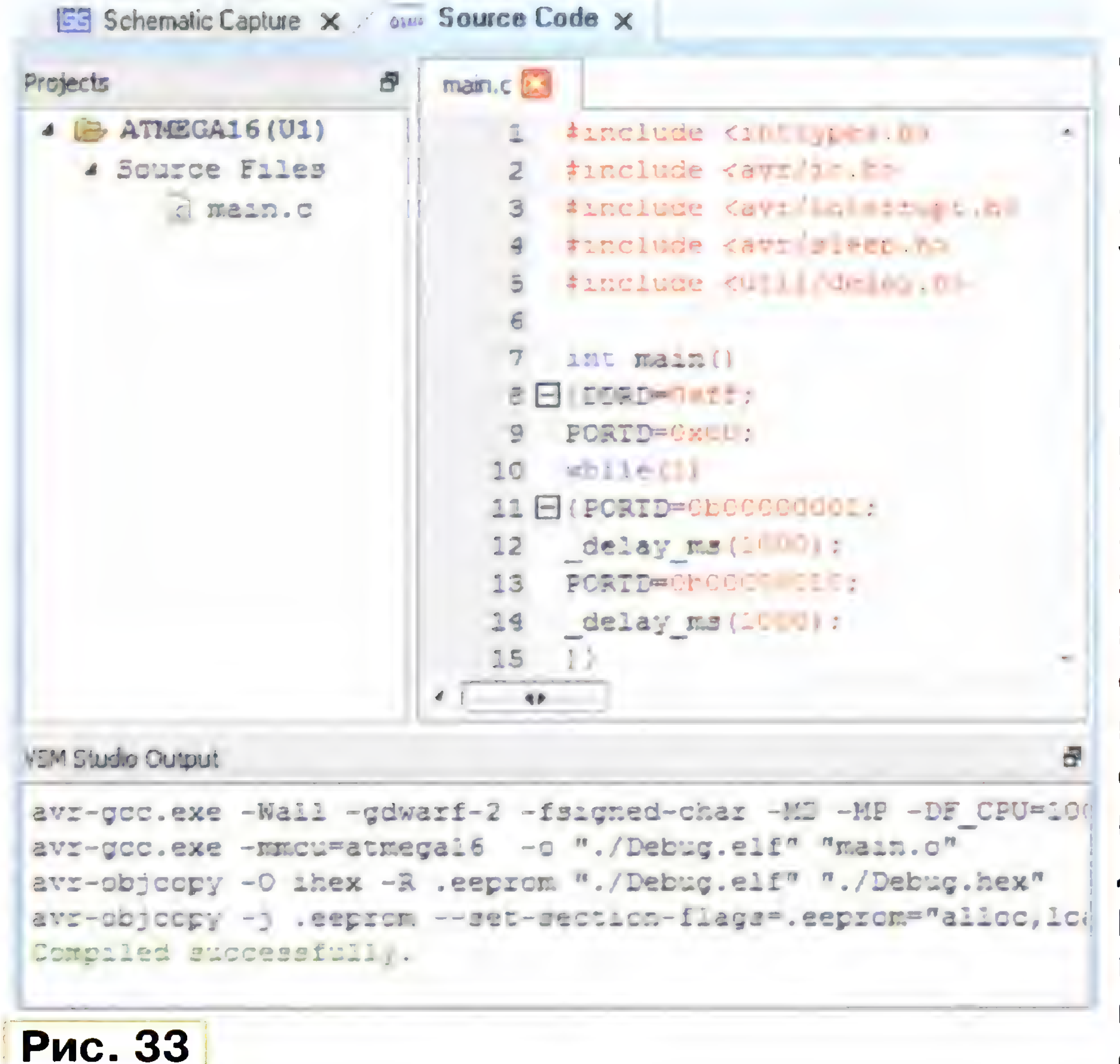


Рис. 33

в обмене только в случае, если ведущий выбрал его, установив на соответствующей линии SS низкий логический уровень.

Передача информации происходит по линиям MOSI и MISO. Процессом управляет ведущий, формируя тактовые импульсы на линии SCK. Одновременно с передачей информации от ведущего к ведомому происходит приём информации ведущим от ведомого. Ведомые устройства не могут обмениваться информацией между собой.

В модуле SPI микроконтроллера имеются три служебных регистра:

SPDR — информационный регистр, содержит отправляемый или принятый байт;

SPCR — регистр управления модулем SPI;

SPSR — регистр состояния модуля SPI.

Включают или выключают модуль SPI записью соответственно единицы или нуля в шестой разряд (SPE) регистра SPCR. Пятый разряд (DORD) этого регистра задаёт порядок передачи информации (старшим или младшим байтом вперёд), а его четвёртый разряд (MSTR) — режим работы модуля (ведущий или ведомый).

Передача информации по интерфейсу SPI

Последовательный периферийный интерфейс SPI — высокоскоростной синхронный интерфейс, реализованный во всех микроконтроллерах AVR Mega. Он обеспечивает обмен информацией между микроконтроллером и различными внешними периферийными устройствами — АЦП и ЦАП, цифровыми потенциометрами, запоминающими устройствами, другими микросхемами и микроконтроллерами.

При обмене по интерфейсу SPI микроконтроллер AVR может быть ведущим (master) или ведомым (slave). Ведущий может быть связан с одним или несколькими ведомыми. Схема соединения устройств по интерфейсу SPI показана на **рис. 34**. Связь организуют с помощью следующих линий:

MOSI (master out, slave in) — информационный выход ведущего и вход ведомого устройства;

MISO (master in, slave out) — информационный вход ведущего и выход ведомого устройства;

SCK (slave clock) — сигнал синхронизации (выход ведущего, вход ведомого);

SS (slave select) — выбор устройства (выход ведущего, вход ведомого).

Ведущий микроконтроллер формирует один или несколько сигналов SS (по числу ведомых). Ведомый участвует

Рис. 34

Передача информации между двумя микроконтроллерами по интерфейсу SPI

Создадим проект ISIS, разместив на рабочем поле два микроконтроллера ATmega16, два светодиода, два резистора, два символа общего провода, и соединим эти компоненты, как показано на **рис. 35**.

Программы управления передачей информации напишем на языке C. Необходимо отметить, что программа нужна как для ведущего, так и для ведомого микроконтроллера. Определим микроконтроллер DD1 как ведущий, а микроконтроллер DD2 — как ведомый. Задачей мастера будет послать ведомому управляющий байт, задачей ведомого — принять его и в подтверждение этого поочерёдно включать и выключать светодиоды.

Для удобства соединения исходное условное изображение микроконтроллера DD1 на схеме отражено зеркально по горизонтали. Для этого его нужно выделить с помощью левой кнопки мыши, с помощью её правой кнопки вызвать контекстное меню, а в нём выбрать пункт "X-Mirror". В таком положении провода, соединяющие на схеме выводы PB4,

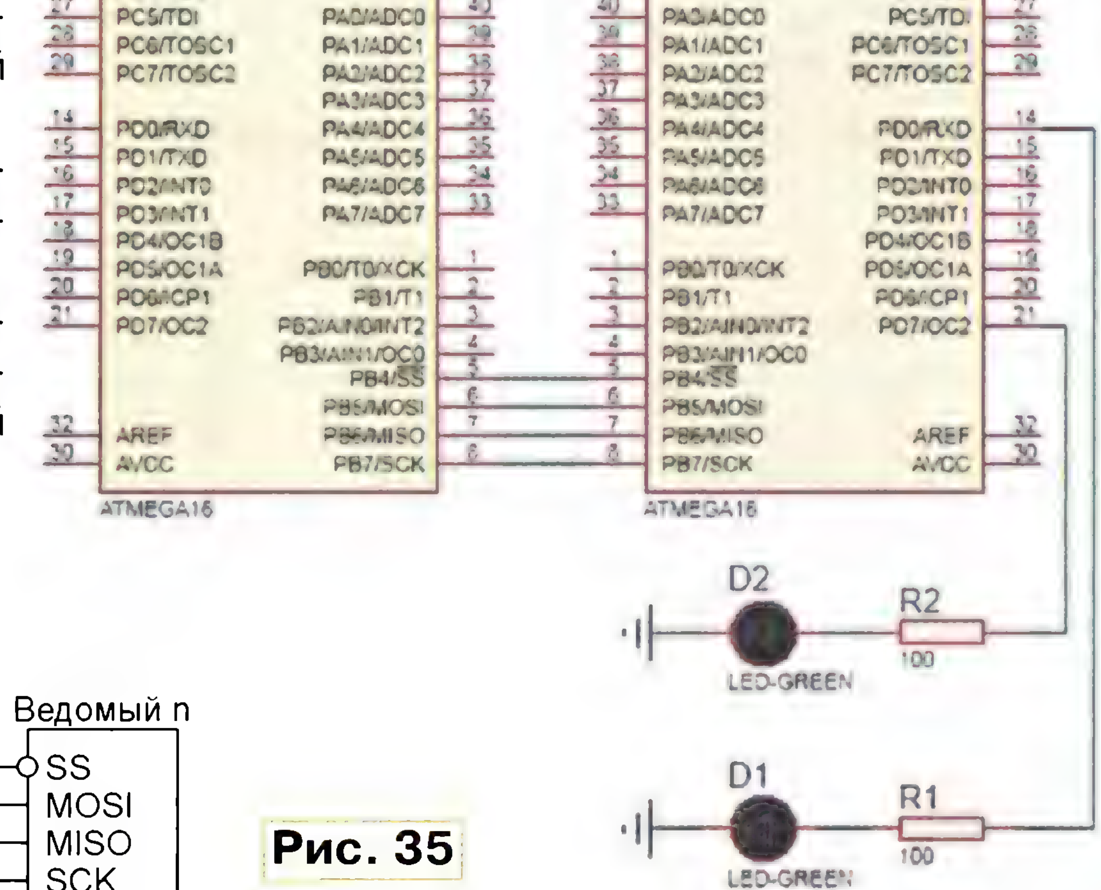


Рис. 35

PB5 (MOSI), PB6 (MISO), PB7(SCK) обоих микроконтроллеров, будут намного короче.

В окне "Edit Component" для каждого микроконтроллера установите одинаковые параметры, указанные на **рис. 36**. Это окно можно открыть двойным щелчком левой кнопки мыши по размещённому на схеме микроконтроллеру, параметры которого необходимо задать.

Перед выполнением передачи информации следует разрешить работу модуля SPI, записав единицу в шестой разряд регистра SPCR. Режим работы задайте состоянием четвёртого разряда этого регистра: если в разряде 1, микроконтроллер работает в режиме ведущего, если 0, — в режиме ведомого. В программе на языке C эти действия можно выполнить операторами SPCR=0b01010000 (в программе ведущего) и SPCR=0b01000000 (в программе ведомого).

После записи подлежащего передаче байта в регистр SPDR ведущего в его модуле SPI начнёт работать генератор тактового сигнала SCK. С каждым тактовым импульсом ведущий станет поразрядно "выдвигать" байт из регистра SPDR на линию MOSI, а ведомый при-

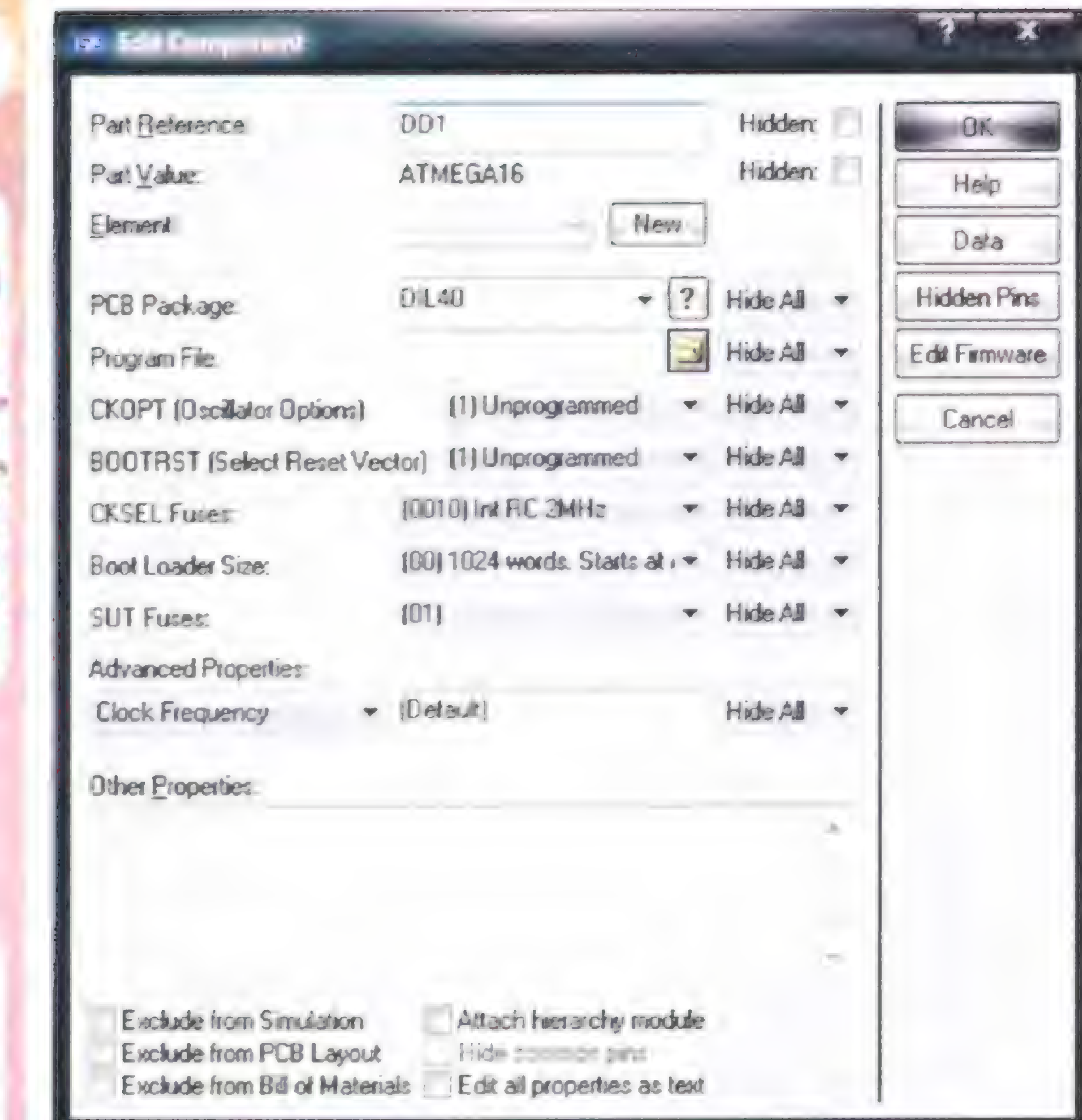


Рис. 36

Таблица 3

SPI2X	SPR1	SPR0	Частота сигнала SCK
0	0	0	$f_{CLK}/4$
0	0	1	$f_{CLK}/16$
0	1	0	$f_{CLK}/64$
0	1	1	$f_{CLK}/128$
1	0	0	$f_{CLK}/2$

Таблица 4

```
#include <inttypes.h>
#include <avr/io.h>
#include <avr/interrupt.h>
#include <avr/sleep.h>
#include <util/delay.h>
int main()
{
//Инициализация порта В DD1
PORTB=0b00000000;
//Линии SS, MOSI, SCK
//настраиваем как выходы
DDRB=0b10110000;
//Инициализация SPI
SPCR=0b01010011;
//Отсылаем ведомому
//кодовую комбинацию
SPDR=0b11111110;
return 0;
}
```

Таблица 5

```
#include <inttypes.h>
#include <avr/io.h>
#include <avr/interrupt.h>
#include <avr/sleep.h>
#include <util/delay.h>
int main()
{
//Инициализация порта В DD2
PORTB=0b00000000;
//Все его линии - входы
DDRB=0b00000000;
//Инициализация порта D
PORTD=0b00000000;
//Все его линии - выходы
DDRD=0b11111111;
//Инициализация SPI
SPCR=0b01000011;
//Бесконечный цикл
while (1)
{
//Если кодовая комбинация
//не получена,
if (SPDR!=0b11111110)
//устанавливаем 0 на всех
//линиях портаD
PORTD=0b00000000;
//Если кодовая комбинация
//получена,
else if (SPDR==0b11111110)
//включаем светодиод D1
{PORTD=0b00000001;
//Выдержка 1 с
_delay_ms(1000);
//Гасим светодиод D1
//И включаем светодиод D2
PORTD=0b10000000;
//Выдержка 1 с
_delay_ms(1000); }
}}
```

нимать его в свой регистр SPDR. Порядок передачи разрядов зависит от состояния пятого разряда регистра SPCR. Если в нём единица, первым следует младший разряд байта, если ноль, — его старший разряд. Одновременно байт из регистра SPDR ведомого по линии MISO "передвигается" в регистр SPDR ведущего. Так что после восьми тактовых импульсов эти байты меняются местами.

Частоту тактового сигнала SCK и скорость передачи информации по интерфейсу задают состоянием разрядов SPR0, SPR1 регистра SPCR и разряда SPI2X регистра SPSR ведущего микроконтроллера (**табл. 3**), где f_{CLK} — тактовая частота микроконтроллера. Для ведомого микроконтроллера состояние этих разрядов не имеет значения.

Текст программы на языке С для ведущего микроконтроллера приведён в **табл. 4**, а для ведомого микроконтроллера — в **табл. 5**.

Программу микроконтроллера вводят на вкладке "Source Code". Чтобы открыть эту вкладку, выделите с помощью левой кнопки мыши символ ведущего микроконтроллера в рабочем поле, с помощью правой кнопки мыши вызовите контекстное меню и выберите в нём пункт "Edit Source Code". В результате чего будет открыто окно "New Firmware Project", в котором нужно установить параметры, показанные на **рис. 37**. Затем нажмите на экранную кнопку "OK", в результате чего в проект будет добавлена вкладка "Source Code", на которой и необходимо ввести текст программы. Программу ведомого микроконтроллера вводят точно так же, как и ведущего.

После того как схема создана, а на вкладке "Source Code" введены исходные тексты программ обоих микроконтроллеров, можно нажатием на экранную кнопку ▶ запускать моделирование. Если компилятор не обнаружит в программах ошибок, на диске компьютера в рабочей папке проекта будут созданы *.elf и *.hex файлы. Отчёт о найденных компилятором ошибках будет отображён в нижней части вкладки "Source Code" на панели "VSM Studio Output".

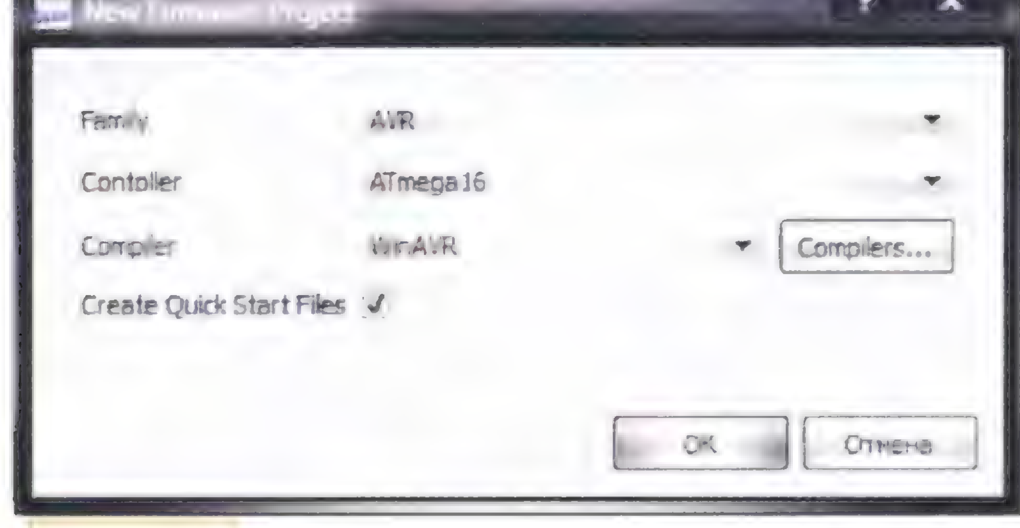


Рис. 37

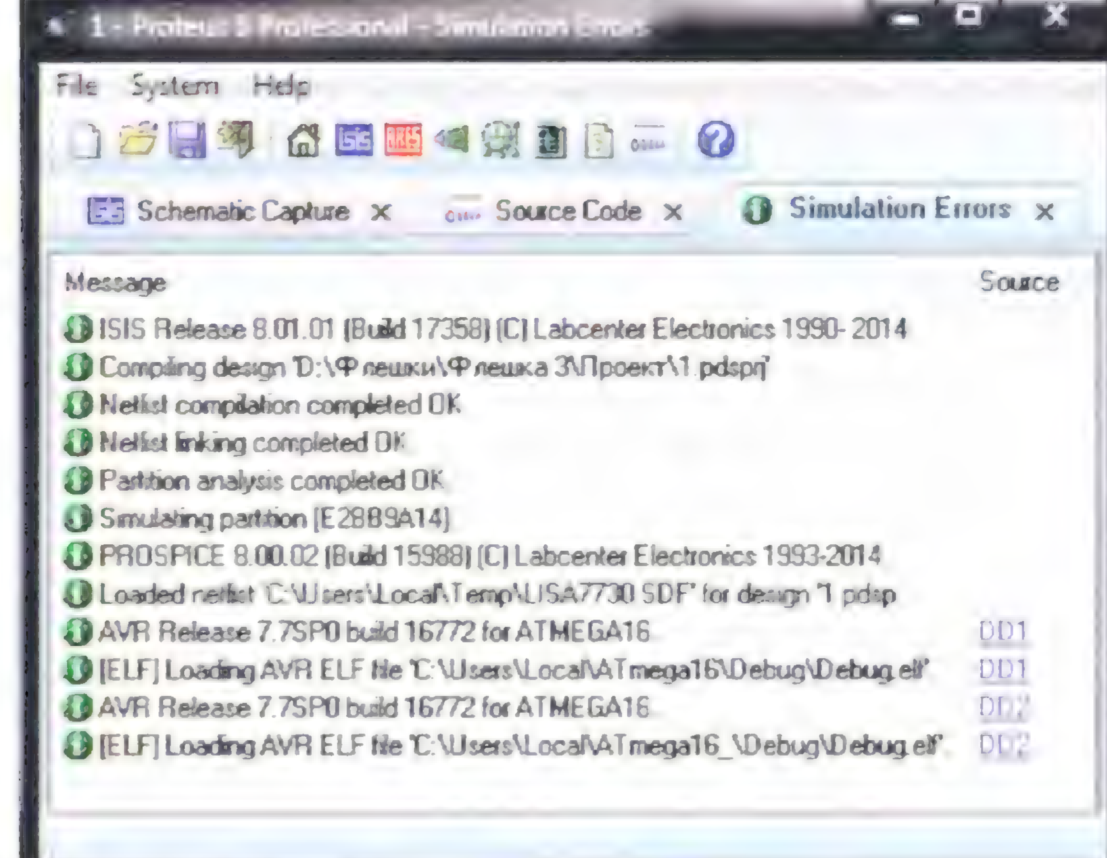


Рис. 38

Если компиляция прошла успешно, а файлы *.elf и *.hex в рабочей папке проекта не появились, их расположение можно определить, перейдя на вкладку "Simulation Errors" (**рис. 38**) и найдя на ней строку "[ELF] Loading AVR ELF file". В этой строке указан путь к созданным файлам. В нашем случае таких строк две, поскольку в проекте использованы два микроконтроллера. Для каждого из них при удачной компиляции программ созданы отдельные папки с *.elf и *.hex файлами.

Проанализируем работу устройства, собранного по схеме, представленной на рис. 35. Программным путём ведущему микроконтроллеру было дано указание отправить по интерфейсу SPI ведомому микроконтроллеру кодовый байт. Программа ведомого микроконтроллера первоначально выводит в порт D нулевой код, в результате чего оба подключённых к этому порту светодиода погашены. Как только нужный байт по интерфейсу SPI получен, начинает работать фрагмент программы, который устанавливает на линии PD0 высокий логический уровень, а на линии PD7 — низкий. После секундной выдержки высокий уровень на линии PD0 сменяется низким, а низкий на линии PD7 — высоким. Ещё через секунду этот фрагмент программы повторяется. В результате два светодиода включаются и выключаются поочерёдно до тех пор, пока моделирование не будет прекращено.

(Окончание следует)

"Хорошо бы проводить такой контест каждый год!"

В большом спорте нередко проводят соревнования в память о ком-то из коллег, выдающемся спортсмене. Радиоспорт в этом смысле не исключение. Например, ежегодно, на протяжении нескольких десятилетий, проходит очень популярный RAEM CONTEST, посвящённый памяти выдающегося радиста и первого председателя президиума Федерации радиоспорта СССР Эрнста Теодоровича Кренкеля.

Почти двадцать лет тому назад в редакцию пришёл наш старый друг, известный курский коротковолновик Владимир Поваляев (UA3WW) с предложением провести соревнования, в которых каждый из участников мог бы почтить память своего наставника в коротких волнах или коллегу по работе в эфире. Предложение это было принято, и в декабре 1997 г. прошли первые соревнования "Память". В них те, кто хотел почтить их память, получили возможность передавать в контрольном номере замолчавшие позывные.

Фраза, которая стала заголовком этой статьи, взята из комментария, который содержался в отчёте одного из участников первых соревнований — Игоря Щербакова (EW6IW). Похожие пожелания были в отчётах других радиолюбителей, вот почему уже много лет мы теперь ежегодно проводим это памятное мероприятие...

А вот, что написал в своём отчёте о соревнованиях "Память" 1997 г. Владимир Степнов (RW4HO, увы — S.K. в этом году):

"Большое вам спасибо за этот контест. Он очень важен и нужен. Пожалуйста, запланируйте его на следующий год. И пусть будет побольше станций с двойными позывными. Было бы неплохо, если бы стали появляться и мемориальные станции. Но для этого им нужны музеи или хотя бы уголки в музеях, где были бы собраны материалы об ушедших от нас радиолюбителях...".

В соревнованиях прошлого года приняли участие 184 радиостанции из восьми стран мира. Из них в память о своих учителях и коллегах работали 150 радиостанций. Вот позывные тех, о ком вспомнили участники:

4X4CD, 4Z5AO

5B8AD

EU8NN, EW6AQ, EW6AX, EW8MM, EW8RT



Владимир Поваляев (UA3WW, SK в минувшем году), инициатор проведения соревнований "Память".

G8FW

ON4XG

R1CN, R3ED, R3EM, R3FB, R4AA, R4AB, RA0AC, RA3PA, RA3RAD, RA3ZA, RA4AI, RA4WA, RA4YM, RA6DO, RA6UZ, RA9CBK, RA9CPI, RA9SAA, RB5VAQ, RK3GB, RL3DZ, RL7PEO, RN1NBB, RN1NK, RN6AL, RN6AZ, RN6CF, RQ9I, RU3DQ, RU3ZP, RU9YY, RV3AU, RV9MO, RV9XL, RW3SX, RW4AA, RW4AQ, RW6AN, RX0QC, RX3AHM, RX3ZE, RZ0SB, RZ3AS, RZ3DSD, RZ3QZ, U1AM, U1NL, U3DF, U3QD, U3WU, U3YR, U4AA, U4DP, U4FBV, U4FS, U5IZ, U5NM, U9UU, UA0LDX, UA0OA, UA0SAF, UA0WC, UA1AIK, UA1ARX, UA1FA, UA1NYL, UA1OE, UA1YR, UA1ZBL, UA2FCD, UA3AAP, UA3CA, UA3DEE, UA3DLG, UA3EYL, UA3EZ, UA3FU, UA3PAD, UA3QO, UA3SDT, UA3UCF, UA3WA, UA3WBZ, UA3WW, UA3XAL, UA4AA, UA4AC, UA4AFD, UA4ALI, UA4IQ, UA4KSA, UA4PMK, UA4PQ, UA4SF, UA6IBD, UA6UV, UA6XDI, UA6YP, UA7KN, UA9AA, UA9ARR, UA9FHC, UA9MH, UA9OA, UA9QAC, UA9QAU, UA9TE, UA9UMB, UA9USA, UA9XGC, UW1BQ, UW9AF, UW9SU, UW9TM

UF6CR

UL7AA, UL7AAA, UL7II, UN7BN
UB5CDL UR4IO, UT0EL, UT5CY, UT5JBP.

Наиболее активными в прошлогодних соревнованиях "Память" были Алексей Ганин (RT3T, CW) из города Павлово Нижегородской области, Сергей Чеботарёв (RW1F, SSB) из Санкт-Петербурга, Сергей Карабут (R7AW, MIXED) из станицы Выселки Краснодарского края и коллектив юношеского радиоклуба "Мечта" (RK3SWS) из г. Касимова Рязанской области.

Все участники этих соревнований, работавшие в память о своих учителях и коллегах (в том числе и те, кто прислал CHECKLOG), получат памятные электронные контест-дипломы редакции журнала "Радио".

Результаты всех участников соревнований по группам приведены в **таблице** (место, позывной, позывной SK, число связей, результат).

SINGLE OP MEMORY CW

1	RT3T	UF6CR	190	20490
2	RM1T	UA1AIK	157	17024
3	RK3ER	UA3EZ	136	14616
4	R1NW	RN1NK	113	12139
5	UA3QAM	U3QD	114	11937
6	UD8A	UA9ARR	110	11429
7	RU3XY	RZ3AS	105	11407
8	DF1MM	UL7AA	102	10673
9	UA1A	UA1ARX	95	10597
10	RW3XZ	UA3XAL	98	10271
11	EW8OM	4X4CD	99	10217
12	RN3S	UA3SDT	92	9887
13	R7IT	UA6IBD	93	9725
14	EU8F	EW8RT	90	9481
15	R5WW	U3WU	80	9055
16	R7AT	RN6AL	83	8979
17	UG4A	RA4AI	82	8602
18	RN9RF	UA9QAC	80	8167
19	RU3UW	UA3UCF	66	7451
20	RW0AJ	RL7PEO	66	6799
21	UA6GE	RZ3QZ	66	6610
22	UA1F	U1AM	64	6542
23	EU6AA	EW6AQ	62	6377
24	RN7A	RN6CF	57	6150
25	RV3ZD	RX3ZE	58	6138
26	EV6Z	EW6AX	58	6109
27	4Z5KO	UA0SAF	56	5904
28	RG3B	UA3DEE	58	5899
29	UX2IJ	UR4IO	58	5590
30	UA1ZZ	UA1YR	49	5334
31	RN4SC	UA4KSA	52	5290
32	UA1CUR	UW1BQ	50	5221
33	RC4AC	UA4ALI	46	4689
34	UN7ID	UL7II	46	4556
35	ON5WL	ON4XG	40	4192
36	RA0AR	RA3PA	38	4020
37	R3IJ	UA3EYL	35	3625
38	UN7BDU	UN7BN	31	3179
39	R1ND	UA1NYL	29	2913
40	UN8FM	RQ9I	25	2479
41	R4YY	RA4YM	24	2314
42	RA3XEV	UT0EL	22	2263
43	RK1NA	RN1NBB	20	2134
44	RX1CG	R1CN	17	1879
45	4Z5LU	U5NM	18	1841
46	UA9XO	UA9XGC	17	1813
47	UA3DER	UA3DLG	16	1632
48	R3BT	RB5VAQ	14	1533
49	RA9JM	UW9TM	16	1500
50	UA0SBQ	RZ0SB	13	1413
51	G4OGB	G8FW	12	1268
52	RX3PR	UA3PAD	12	1240
53	RM7A	5B8AD	9	1088
54	4Z5TK	4Z5AO	6	634
55	RU3MS	UA1OE	3	185
56	UA0LS	UA0LDX	1	110

SINGLE OP MEMORY SSB

1	RW1F	UA0OA	131	13578
2	RD3ZO	RA3ZA	118	12441
3	RW3DU	RU3DQ	113	11946
4	RA9SF	RA9SAA	111	11253
5	RA3DAD	RZ3DSD	105	11114
6	UA3BL	UA3QO	104	10707
7	UB7K	UA7KN	102	10438
8	RK6K	UB5CDL	99	10274
9	RK3ZF	RU3ZP	74	7838
10	EW1TM	UA9USA	73	7637
11	R7RIB	UT5JBP	71	7368
12	EW8FG	EW8MM	67	7202
13	RT9TM	UW9SU	68	7146
14	UA6VY	RA6UZ	66	7028
15	RA3Z	RA3ZA	58	6148
16	RA9WU	RA4WA	61	6132
17	R4FCJ	U4FBV	53	5106
18	UA3DLD	RZ3DSD	46	5000
19	RQ9A	UA9OA	47	4915
20	UA6UEK	UA6UV	47	4661
21	UF6VO	RA6DO	43	4549
22	RV4AE	UA4AC	43	4514
23	UA6YN	UA6YP	41	4187
24	RN4ACX	UA4AFD	33	3584
25	RN3FY	R3FB	29	3132
26	RA9JBA	RA6DO	30	2910
27	R5QA	RX0QC	29	2757
28	RT3W	UA3WW	23	2741
29	RA3DQP	RX3AHM	27	2658
30	UT6IS	U5IZ	24	2492
31	UA3ABR	UA3CA	23	2388
32	RD4AI	UA4AA	20	2231
33	RU6YZ	UA9AA	21	2162
34	UA1ZJV	UA1ZBL	16	1756
35	RX3AU	UA3FU	11	1162
36	UA0WI	UA0WC	12	1134
37	UA4AM	R4AB	5	593
38	RV9CQ	RA9CPI	6	558
39	RM4R	UA4PQ	6	512
40	RK9AK	UW9AF	1	159

SINGLE OP MEMORY MIX

1	R7AW	RN6AZ	210	21348
2	RL4A	RW4AA	195	20100
3	RK8I	RQ9I	170	18122
4	RW4S	UA4SF	163	16680
5	RU4AA	UA4PMK	148	15942
6	RW3AI	UA3AAP	127	13887
7	RA5W	UA3WW	133	13689
8	RK3RX	RA3RAD	113	12330
9	R3EA	UA3EYL	114	12096
10	UA9CDC	RW6AN	110	12090
11	RA0AY	RA0AC	109	11154
12	RW3WR	UA3WBZ	98	10089
13	RO9O	UA9OA	90	9828
14	UA3VLO	UA6XDI	91	9808
15	UC5D	RV3AU	93	9794
16	RW3VA	UA3WA	87	9782
17	UY7LM	UT5CY	86	9408
18	EW8G	EU8NN	81	8759
19	R1NI	U1NL	83	8551
20	RW1LW	UA1FA	79	8145
21	R9YC	RU9YY	76	7987
22	RZ9UMA	U9UU	65	6660
23	R4FA	U4FS	55	5936
24	UA9FGJ	UA9FHC	41	4621
25	R9QQ	UA9QAU	40	4004
26	RA4DR	RZ0SB	37	3953
27	UA2FDM	UA2FCD	37	3915
28	RJ3F	UA1ZBL	38	3872
29	R3EC	R3ED	34	3687
30	UA3X	R3EM	28	3026
31	RZ9UO	U9UU	26	2819
32	US1UU	RL3DZ	22	2215
33	RV9YK	RA9CBK	9	817
34	R8US	UA9UMB	4	298

MULTI OP MEMORY

1	RK3SWS	RW3SX	156	16166
2	RK3XWO	UA3XAL	115	12054
3	RC3W	UA3WW	98	9980
4	RZ9UWZ	U9UU	63	6441
5	RL9M	UA9MH	49	5125
6	RY4A	U4AA	43	4874
7	RZ3DZI	U3DF	36	3741
8	RC9MAA	RV9MO	35	3387
9	RK9MZZ	RV9MO	32	3173
10	RN9T	UA9TE	12	1345
11	RT3Y	U3YR	12	1307
12	RV3DFC	RZ3DSD	7	833
13	RK3G	RK3GB	8	776
14	RZ4AWB	UA4AA	6	696
15	RC4AMS	R4AA	5	561
16	RZ4AWE	U4DP	3	373
17	RZ4AXZ	RW4AQ	1	115

SINGLE OP

1	UA6CC	263	28401
2	UA5C	250	26279
3	R7MM	199	21446
4	RC1Q	119	13025
5	UN8PT	122	12468
6	UA5F	112	11998
7	RV3ZN	110	11892
8	RX9AF	115	11806
9	RK6HG	106	11390
10	RW4AD	101	10573
11	RA1QFU	83	8469
12	R8MD	80	7673
13	RT0W	67	6724
14	RT1Q	65	6380
15	UA9SMU	59	5826
16	R1NAJ	52	5316
17	UA6HFI	53	5297
18	RU9WZ	44	4272
19	RC7LK	37	4037
20	R2AIF	31	3259
21	R9XZ	30	3146
22	RN1NEB	24	2470
23	4Z5FW	25	2398
24	UR3QTN	14	1299
25	UB6HIF	11	1255
26	U3DI	11	1167
27	4Z5KZ	10	971
28	UB3DAH	1	124
29	UA4ZZZ	0	0

MULTI OP

1	RK9CYA	131	13695
2	RO9T	76	7712

SWL

1	R9O-11	90	9316

CHECKLOG

UX1IL, R2AA, R6YY (в память о UA4IQ), RA9DZ (в память о RV9XL), EW6GF, UI7F (в память о UL7AAA)



Кубок "Урала" по радиосвязи на КВ

Международные соревнования по радиосвязи на КВ "Кубок Урала" на призы дважды Героя Советского Союза лётчика-космонавта Георгия Гречко в минувшем году проводились уже третий раз. Они завоевали популярность у радиолюбителей страны, а в этом году вышли на новый качественный уровень — включены в Единый календарный план Минспорта РФ.

Учредителем и спонсором этих соревнований является Законодательное Собрание Челябинской области (ЗСО). В прошлом году в них приняли участие спортсмены из 13 стран и 51 субъекта Российской Федерации. Среди россиян были один заслуженный мастер спорта, 15 мастеров спорта международного класса, 35 мастеров спорта и 134 кандидатов в мастера спорта и разрядников.

Оргкомитет "Кубка Урала" возглавлял Владимир Мякуш, председатель ЗСО. В состав оргкомитета вошли лётчик-космонавт СССР Георгий Гречко, председатель РО ДОСААФ России Челябинской области Николай Омельян, депутаты ЗСО Виктор Чернобровин и Константин Струков, министр физической культуры и спорта области Леонид Одер. И конечно, представители радиолюбительской общественности — президент Союза радиолюбителей России Дмитрий Воронин и председатель Совета регионального отделения СРР по Челябинской области, член президиума СРР Юрий Куриный.

Среди уральских спортсменов победила команда Челябинской области, а среди остальных участников соревнований — команда Красноярского края, получившая приз (поворотное устройство Yaesu G800) и большой командный кубок.

В номинации "Самый востребованный участник" специальным призом — Златоустовской гравюрой — отмечен Виктор Кузякин (RW0BG) из Норильска.

Спортсмены и организаторы команды Челябинской области награждены призами и благодарственными письмами Законодательного Собрания области. А тем, кто внёс наибольший вклад в победы челябинской команды на протяжении ряда лет, отмечены Почётными грамотами ЗСО. Особую значимость этим наградам придаёт тот факт, что за всю историю Законодательного Собрания выдано всего около 500 Почётных грамот. И это при 3,5 миллионах жителей в области! Почётными грамотами ЗСО были награждены Валерий Винаков (RT9A), Николай Горовенко (UD8A), Сергей Иванцов (RU9A), Юрий Куриный (RG9A), Илья Падерин (RN9A), Сергей Полянский (RA9AA) и Александр Смагин (RA9AP). Благодарственными письмами Законодательного Собрания отмечены Дамир Галиулин (RK9AX) и главный специалист РО ДОСААФ России Челябинской области Алла Кравчук.

По доброй традиции, главный приз челябинской команды (направленная трёхдиапазонная антенна с поворотным устройством) был торжественно передан детскому радиоклубу R8AM. Необходимая для надлежащей работы этой антенны достойная мачта будет приобретена на средства гранта СРР в области молодёжной политики, который был выигран этим детским радиоклубом по результатам конкурса 2015 г.

Также по доброй традиции, во время чествования победителей и организаторов "Кубка Урала" был открыт новый детский радиоклуб в школе № 109 Челябинска. Клубу были переданы трансивер Yaesu FT-857D, полученный от СРР и доукомплектованный РО СРР и спонсорами (блок питания, антенна и кабели). Добрые напутствия директору школы Светлане Аникиной дали начальник Управления по делам образования Валентина Давыдова, депутат Законодательного Собрания Виктор Чернобровин и председатель Законодательного Собрания Владимир Мякуш.



Председатель ЗСО Владимир Мякуш вручает новое оборудование Евгению Мельникову (R9AL), руководителю коллектива R8AM.



Награды "Кубка Урала" вручены (слева—направо): RN9A, RA9AP, Николай Омельян (председатель РО ДОСААФ России), RT9A, RK9AX, RZ8A, Владимир Мякуш (председатель ЗСО), R9AL, UD8A, RU9A, RG9A.

Приближается сезон E_s

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

Двадцать четвёртый цикл солнечной активности прошёл свой максимум, и в радиолюбительских кругах порой можно услышать, что скоро прохождение радиоволн на высокочастотных диапазонах ухудшится. Конечно, в годы минимума активности Солнца это неизбежно будет, но на самом деле произойдёт не в ближайший год. Максимум 24-го цикла пришёлся на 2013—2014 гг., и снижение активности нашего светила только началось.

На **рис. 1** приведено зарегистрированное число пятен на Солнце во время предыдущего цикла и этого цикла (до января 2016 г.), а также прогноз его активности на ближайшие годы [1]. Согласно этому прогнозу, минимум 24-го цикла ожидается примерно в 2020 г. Так что высокочастотные диапазоны ещё некоторое время будут радовать нас время от времени хорошим прохождением радиоволн.

Наверное, по этой причине в февральском номере американского журнала QST опубликована статья с зовущим названием "Сделай максимум на 10 метрах" [2]. Отмечая, что этот диапазон очень близок к "магическому диапазону 6 метров", который отличается от КВ-диапазонов неожиданными всплесками прохождения радиоволн, автор справедливо намекает — и на диапазоне 10 метров возможны непредсказуемые чудеса. И что пока ещё его нельзя считать "мёртвым" диапазоном.

Определённую оперативную информацию о прохождении на этом диапазоне дают маяки IARU/NCDXF. Интересно, что радиолюбители нередко отмечают — эти маяки IARU на диапазоне 10 метров слышны, а вот ни одной любительской радиостанции на диапазоне нет. Объяснение этому факту, скорее всего, простое — прослушав кажущийся "мёртвым" диапазон, радиолюбитель не делает хотя бы для проверки общий вызов и уходит на более "живые" низкочастотные диапазоны, где какое-то прохождение радиоволн практически есть всегда...

Более того, на любительских диапазонах существует сеть микромощных цифровых маяков, работа которых отслеживается на сайте **http://wpsrnet.org/drupal**. В упомянутой выше статье, например, приведена картина зарегистрированного приёма сигналов таких маяков диапазона 10 метров на всей территории США в середине декабря прошлого года (**рис. 2**), т. е. в период времени, который многие коротковолновики считают для него "мёртвым сезоном".

Иными словами, прохождение на этом диапазоне бывает часто, но его только надо "поймать". И ещё — он близок к любительскому диапазону 6 метров, на котором наиболее часто возникает так называемое спорадическое прохождение радиоволн. И на диапазоне 10 метров оно тоже бывает, пусть не такое интенсивное. Поговорим об этом немного подробнее.

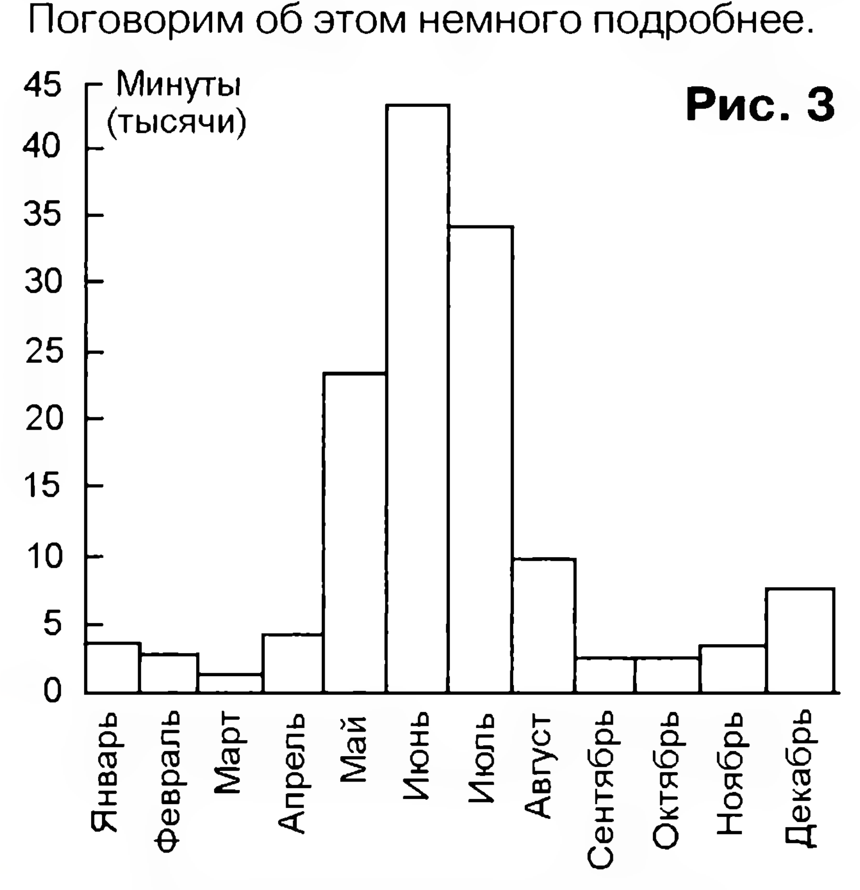


Рис. 3

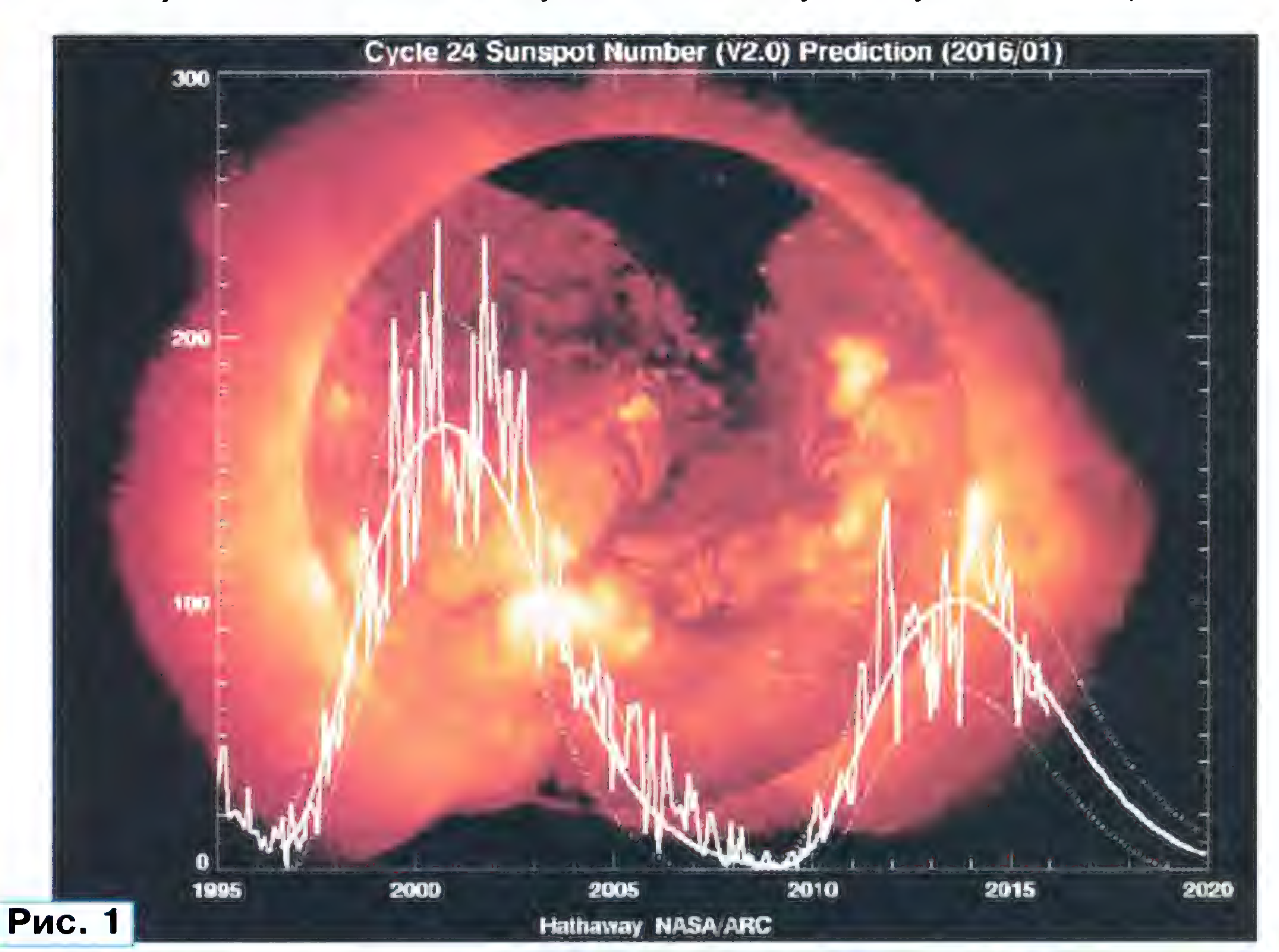


Рис. 1



Рис. 2

Прилагательное "спорадический" говорит о практической непредсказуемости этого явления. Такое прохождение радиоволн известно давно, тщательно исследовалось, и многие характеристики его стали известны. Кроме трёх основных — когда ожидать это прохождение, в каком направлении и какой интенсивности оно будет. Однозначный механизм возникновения спорадического прохождения до сих пор не назван — у учёных есть лишь множество рабочих гипотез.

Спорадическое прохождение радиоволн, в частности, ассоциируют с появлением в регулярном слое E ионосферы нерегулярных локальных образований с повышенной концентрацией электронов. Их принято называть "облаками". Размеры этих образований, изменяющих довольно быстро своё местоположение в околоземном пространстве, — от нескольких десятков до нескольких сотен километров. Отразившись от этих "облаков", радиоволны могут достичь поверхности Земли на расстоянии от нескольких сотен до 2500 км (при высоте расположения "облака" около 100 км).

При всей непредсказуемости E_s-прохождения некоторые его особенности надёжно зафиксированы за многие годы профессиональных и любительских наблюдений за этим явлением. Прежде всего, необходимо отметить, что оно наблюдается, начиная с высокочастотного края коротковолнового диапазона примерно до 200 МГц, т. е. охватывает не только высокочастотные любительские КВ-диапазоны, но и УКВ-диапазон 2 метра. При этом, как уже отмечалось, наиболее сильно оно выражено на частотах 40...60 МГц.

Представление о том, когда в течение года наблюдается E_s-прохождение, даёт **рис. 3**. Эти данные получены по результатам наблюдений на любительском диапазоне 6 метров. Для каждого месяца года показано суммарное для указанного периода число минут (в тысячах), когда было зафиксировано это прохождение. Отметим, что в максимуме, который попадает на июнь, среднее время наличия прохождения в пересчёте на один день получается примерно четыре часа.

Те, кто хоть немного знаком с этим прохождением, уверенно говорят, что его максимум попадает на летние месяцы. Это так, но есть и второй чётко выраженный максимум, который приходится на зимние месяцы — декабрь и январь. О нём большинство радиолюбителей и не подозревают. Лишь на радиолюбительских форумах в Интернете можно прочитать о "неожиданном" открытии диапазона в эти месяцы.

Для любительских диапазонов 2 и 10 метров абсолютные значения по длительности прохождения будут меньше, чем приведено на рис. 3, но общий помесячный ход кривой интенсивности прохождения примерно такой же.

Данные многолетних наблюдений показали, что интенсивность этого прохождения в течение солнечного цикла изменяется не сильно — примерно в два раза. Относительно небольшие изменения этого параметра и непоследовательный характер его изменений не позволяют говорить о какой-то заметной связи между этими явлениями.

E_s-прохождение наблюдается в основном в светлое время суток. Летом слабые спорадики могут проявиться начиная с семи часов утра местного времени. Далее вероятность их появления возрастает, причём есть хотя и не резкие, но явно выраженные максимумы в периоды с 10 до 12 часов и с 19 до 22 часов местного времени. Позже двух часов ночи прохождение ни разу не наблюдалось.

Наличие прохождения на диапазоне 10 метров свидетельствует о том, что могут быть открыты и более низкочастотные диапазоны — 12 и 15 метров, а на диапазоне 20 метров возможен short-skip (ближнее прохождение, когда слышны радиостанции, которые обычно находятся в "мёртвой зоне" для этого диапазона). А short-skip на диапазоне 10 метров указывает на то, что может быть открыт и любительский диапазон 2 метра [3].

Поскольку E_s-прохождение непредсказуемо, то самый надёжный способ регистрации его появления — наблюдение за сигналами радиолюбительских маяков, которые работают на участке 28,1...28,32 МГц. Но эти "домашние" маяки работают нерегулярно. Стабильна во времени лишь работа на частоте 28200 кГц сети маяков IARU [4].

E_s-прохождение на УКВ-диапазоне 2 метра бывает реже, чем на диапазоне 10 метров, но оно даёт возможность проведения действительно редких и дальних связей. Подробнее об особенностях E_s-прохождения на диапазоне 2 метра можно прочитать в [5].

В России, как и в ряде других стран 1-го района IARU, самый интересный с точки зрения использования E_s-прохождения любительский диапазон 6 метров не разрешён для использования. Основная причина — наличие на близких к нему частотах телевизионного вещания на первом канале. Недавно ГКРЧ РФ приняло решение на временной основе по отдельным лицензиям разрешить его использование радиолюбителям Крыма. Хочется надеется, что этот эксперимент пройдёт удачно, и как результат, в других регионах страны можно будет проводить радиосвязи на этом интересном диапазоне. А пока мы можем слушать DX на диапазоне 6 метров и ловить удачные моменты с таким прохождением на диапазонах 2 и 10 метров.

ЛИТЕРАТУРА

1. The Sunspot Cycle (Updated 2016/01/12). — URL: **http://solarscience.msfc.nasa.gov/SunspotCycle.shtml** (29.02.16).

2. **Steve Ford**. Make the most of 10 meters. — QST, 2016, February, p. 83, 84.

3. **James R. Duffey**. Understanding 10 Meter Sporadic-E. — URL: **http://www.chem.hawaii.edu/uham/spore.html** (29.02.16).

4. Международная программа маяков. — URL: **http://old.srr.ru/ABROAD/beacons.php** (29.02.16).

5. **Бубенников С.** Что такое E_s-прохождение? — Радио, 1978, № 4, с. 13, 14.

SK

Замолчала радиостанция **Эрнеста Гуткина** (UT1MA). Талантливый коротковолновик, получивший ещё в 1952 г. удостоверение № 3 "Мастер радиолюбительского спорта ДОСААФ", он на протяжении 60 лет сотрудничал с журналом "Радио", опубликовав в нём немало интересных конструкций. Они всегда отличались новизной и тщательностью проработки. Последние годы он уделял особое внимание разработке КВ-антенн, и сегодня антенны, разработанные UT1MA, используют многие коротковолновики на постсоветском пространстве.



Мемориал "Победа-71"



Союз радиолюбителей России и редакция журнала "Радио" в начале мая проведут традиционный мемориал "Победа", который в этом году посвящён 71-й годовщине победы нашего народа в Великой Отечественной войне. Он будет проходить с 9.00 UTC 3 мая по 13.59 UTC 9 мая.

Торжественное открытие мемориала состоится 3 мая в 9.00 UTC. Его проведут радиостанция RP71L (г. Санкт-Петербург) на частоте 7,071 МГц и радиостанция RP71P (г. Тюмень) на частоте 14,171 МГц. Оно включает в себя обращение Оргкомитета мемориала к его участникам и минуту молчания (с 9.04 до 9.05 UTC) в память о событиях тех лет. Работа мемориальных станций начинается в 9.05 UTC.

"Вахта Памяти" и встреча Городов-Героев и Городов воинской славы состоится 9 мая в 9.00 UTC и проводятся радиостанцией RP71L (г. Санкт-Петербург) на частоте 7,071 МГц и радиостанцией RP71P (г. Тюмень) на частоте 14,171 МГц.

В зачёт принимаются радиосвязи (наблюдения), проведённые в период мемориала на различных КВ (включая WARC) и УКВ-диапазонах различными видами модуляции — CW, PHONE (SSB, FM, AM), DIGITAL (RTTY, PSK31, PSK63 и т. д. засчитываются за один вид), а также любыми видами с использованием радиолюбительских спутников. Повторные радиосвязи засчитываются на различных диапазонах, а на одном диапазоне — различными видами модуляции.

Наиболее активные участники мемориала в группах "Ветераны Великой Отечественной войны", "Труженики тыла", "Индивидуальные радиостанции", "Клубные радиостанции", "Молодёжные индивидуальные радиостанции" и "Молодёжные клубные радиостанции" будут отмечены памятными призами АНО "Редакция журнала "Радио" (по одному в каждой группе).

За проведение радиосвязей с мемориальными радиостанциями стран — участников мемориала, радиостанциями ветеранов Великой Отечественной войны и тружеников тыла будет выдаваться диплом "Победа-71".

Мемориальным радиостанциям для этого надо за период работы провести не менее 1000 QSO, операторам мемориальных радиостанций — не менее 300 QSO, операторам мемориальных радиостанций в возрасте до 19 лет включительно — не менее 150 QSO, радиолюбителям при работе на диапазоне 160 метров — не менее 15 QSO, радиолюбителям при работе только на УКВ — не менее 5 QSO. При работе на КВ-диапазонах радиолюбителям необходимо набрать 71 очко.

За одну QSO радиолюбителям, находящимся в пределах Центрального, Северо-Западного, Южного, Северо-Кавказского, Крымского, Приволжского и Уральского федеральных округов и в зарубежных странах Европы, начисляется два очка, а в пределах Сибирского и Дальневосточного федеральных округов — пять очков. Радиолюбителям, находящимся вне Российской Федерации и стран Европы, начисляется пять очков.

Диплом "Победа-71" в электронном виде выдаётся бесплатно.

Диплом "Победа-71" в бумажном виде (формат А4) изготавливается для награждения ветеранов Великой Отечественной войны и тружеников тыла, операторов мемориальных радиостанций в возрасте до 19 лет и иных лиц по решению Оргкомитета. Запрос на диплом в бумажном виде должен поступить в адрес Оргкомитета также в бумажном виде. Дипломы в бумажном виде высылаются российским участникам в адреса QSL-бюро региональных отделений СРР, а иностранным участникам — в адреса QSL-бюро национальных радиолюбительских организаций.

В отчёте мемориальных радиостанций должны быть указаны операторы, выполнившие условия диплома и претендующие на его получение.

Адрес для загрузки электронного отчёта — **https://hamlog.ru/lk/**. Адрес для отправки отчётов по электронной почте — **pobeda@srr.ru**. Резервный адрес для отправки отчётов по электронной почте — <**memorial-pobeda71@yandex.ru**>. Адрес для отправки бумажных отчётов — Воронин Дмитрий Юрьевич, аб. ящ. 1419, г. Щёлково, Московская область, 141100.

Крайний срок отправки бумажного отчёта (по почтовому штемпелю) — 20 мая 2016 г.

Полный текст положения о Мемориале "Победа-71" размещён на сайтах СРР и журнала "Радио".

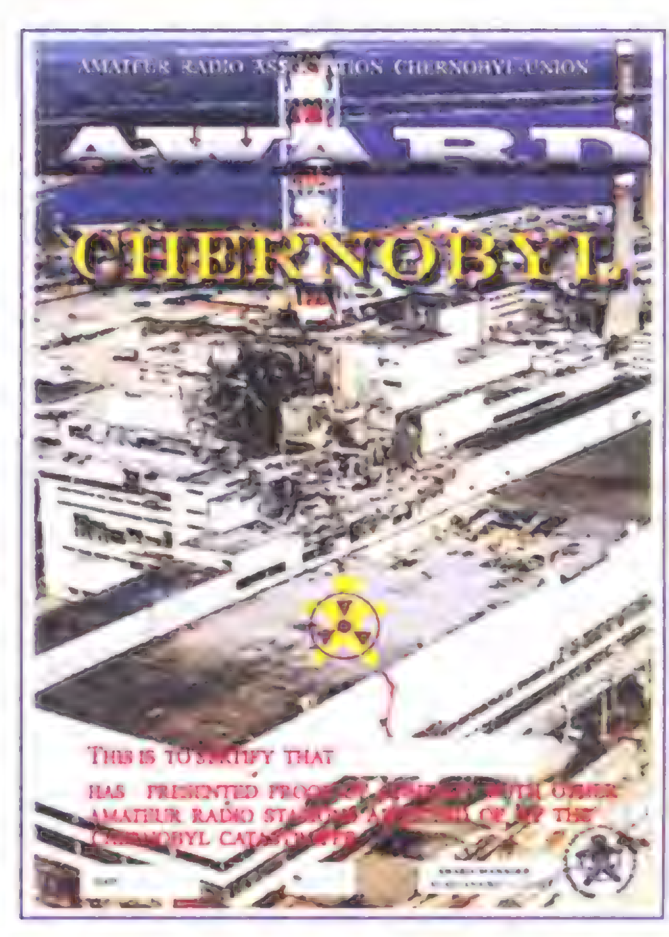
Чернобыль — 30 лет...

Тридцать лет назад произошла катастрофа на Чернобыльской атомной электростанции. В ликвидации её последствий принимали участие и радиолюбители из разных стран, которых объединяет сегодня Ассоциация радиолюбителей "Союз-Чернобыль". Она выдаёт диплом за радиосвязи с ними. Вот его положение.

Чтобы получить диплом "Чернобыль", необходимо набрать 100 очков. Радиосвязи с членами Ассоциации дают по пять очков, со специальными радиостанциями — по 10 очков, с радиолюбителями областей Украины (R, U, X), России (3E, 3P, 3X, 3Y) и Беларуси (EW7, EW8) — по одному очку. В зачёт идут радиосвязи, проведённые на любых диапазонах любым видом работы, начиная с 26 апреля 1986 г. Повторные QSO не засчитываются. За радиосвязи, проведённые 26 апреля (день катастрофы на ЧАЭС) и 14 декабря (День ликвидаторов аварии Украины), очки удваиваются. Диплом выдают на аналогичных условиях и наблюдателям.

Заявку составляют в виде выписки из аппаратного журнала, которую заверяют у двух коротковолновиков. Стоимость диплома (с учётом почтовых затрат) — эквивалент 3 USD. Адрес дипломного менеджера: Владимир Анайко (UX5IZ), аб. ящ. 60, г. Курахово, Донецкая область, Украина, 85612.

В список действующих членов Ассоциации радиолюбителей "Союз-Чернобыль" входят **ER**4OG, **EU**1DR, **EW**7FV, **K7**UWN, **KN7**K, **LY**2JI, **RA1**ALA, TK, **RA3**RKU, VK, YR, **RA6**AGC, **RA9**URN, **RN3**DA, **RU3**GP, **RV3**LU, **RV6**ABL, LMG, **RW1**AQ, **RW3**WV, XX, **RZ3**CC, **RZ6**LE, **RZ9**AO, **UA1**CUM, **UA3**LNQ, WDO, X, **UA4**AKA, AMN, YAW, **UA6**AMX, APO, ASC, LJF, **UA9**CCN, OMS, XCM, **UB9**AAJ, **UI9**OI, **UN**7AT, **U5**UD. **UR0**CB, UP, **UR3**CFB, HR, IGH, INM, IOO, MN, QL, UR, **UR4**CU, EJ, GK, LFG, LY, MPG, UC, UT, **UR5**ERS, HMN, HVZ, IOT, KDT, MGO, MGV, RHG, TO, ZMF, **UR6**MG, UR, UK, UO, **UR8**IV, MG, **US0**KX, UX, **US1**ML, **US2**MA, **US3**QW, **US4**ICT, **US5**AFI, CW, EHB, ERV, HE, HO, IDM, MH, MFZ, **US7**KC, **US8**IZ, **UT0**MD, **UT1**HB, HD, MI, QC, UT, WL, **UT3**ET, EX, UR, UW, UZ, **UT5**EA, UA, UKD, UPR, UO, **UT6**UM, UV, **UT7**CO, IN, LO, **UU4**JA, JG, **UX0**IY, **UX2**MD, RZ, **UX3**UN, **UX4**CZ, MP, UU, **UX5**IZ, **UY1**MB, **UY2**RO, **UY5**HK, QD, XE.



В зачёт, разумеется, идут и радиосвязи, установленные в зачётный период с теми, кто сегодня уже SK (RA3YA, RA4AF, RV3LT, RW3WM, RW9CM, UR0HA, UR3IJI, UR4UBF, UR7UL, US5EPD, US8CQ, UT0CF, UT1WPR, UT7UM, UT8LL, UT9EA, UU2JN, UX2IE) или QRT (RA4LF, RB5CG, RB5MLR, UR4MXA, UR5UT, US4ICT, UT5ULK).

Следующие специальные позывные звучали в эфире в связи с катастрофой на ЧАЭС (всегда в апреле): RK3CH, RK3Y, RK5CH и RK5HQ — 1990 г.; EM10C, EU10C, EV1D, EV1G, EV1R, EI10U и R3CH — 1996 г.; EN5US — 1997 и 1998 гг.; EN23RW — 2000 г.; EN15UC и EV15G — 2001 г.; EM0U/p — 2004 г.; EM20U, EN20CNPP, EN20CU, EN20UR, EN20UU, EN20UN, EN20UW, EV20G и UE3XAA — 2006 г.; EV25D, EV25G, EV25M и EV25N — февраль — апрель 2011 г.; EN25R, EM25U, EM25UC и EO25IZ — апрель 2011 г. В этом году также будут работать несколько специальных радиостанций, но на момент подготовки к печати этого материала их позывные ещё не известны.

Антенна UA6AGW v. 20-10 m

Александр ГРАЧЁВ (UA6AGW), г. Краснодар

Эта антенна (**рис. 1**) работает в полосе частот от 14 до 29,5 МГц, в которую попадают пять радиолюбительских диапазонов. Настроить её избирательно на нужный диапазон позволяет система дистанционного управления. Антенна достаточно компактна, и её вместе с мачтой можно перевозить в багажнике или салоне легкового автомобиля. Длина любой её детали не превышает двух метров, а диаметр рамки — менее одного метра. Конструкция антенны предусматривает её быструю установку силами одного человека в походных условиях, например, в лесу на поляне, под деревьями, на даче, на каменистом или песчаном острове, на борту маломерного судна. Для установки не требуются оттяжки, и тем не менее конструкция легко выдерживает порывы даже штормового ветра.

Электрическая схема антенны практически не отличается от опубликованных ранее ненаправленных антенн конструкции UA6AGW, например [1]. Размеры этой версии антенны показаны на **рис. 2**. Для работы в полосе частот 18...29,5 МГц длина лучей составляет 1,6 м. Чтобы работать в диапазоне 14...18 МГц, длину каждого луча следует увеличить до трёх метров, а параллельно конденсатору C2 подключить дополнительный конденсатор ёмкостью 25 пФ. В авторской конструкции он изготовлен из отрезка коаксиального кабеля диаметром 8 мм с волновым сопротивлением 75 Ом. Применение дополнительного конденсатора обусловлено в данном случае недостаточной максимальной ёмкостью применённого КПЕ. Учитывая доступность антенны в походных условиях, выполнить эти операции несложно.

Рамка антенны изготовлена из коаксиального кабеля LCF12-50J S, применяемого в фидерных линиях на станциях сотовой связи. Его наружный диаметр — около 15 мм. Внешний проводник ("оплётка") кабеля выполнен из медной гофрированной трубы диаметром 13,8 мм, внутренний проводник — медная труба диаметром 4,8 мм. Пространство между ними заполнено вспененным полиэтиленом. Чёрная ПВХ-оболочка кабеля удалена, так как наполнитель, который она содержит, создаёт значительные потери на высокой частоте. Внешний проводник ("оплётку") следует покрыть несколькими слоями защитного лака и надеть поверх неё пластиковую электромонтажную гофрированную трубу.

Каждый луч антенны представляет собой телескопическую конструкцию, состоящую из двух дюралюминиевых труб диаметром 14 и 18 мм и длиной 1,55 м каждая. Во внешних торцах труб большего диаметра пропилены пазы длиной около 100 мм и шириной 1,5...2 мм, которые способствуют надёжной фиксации труб малого диаметра и обеспечению хорошего электрического контакта при развёртывании лучей в рабочее положение для диапазона 14 МГц. Там же на торцах установлены червячные хомуты, с помощью которых зажимают внутренние трубы.

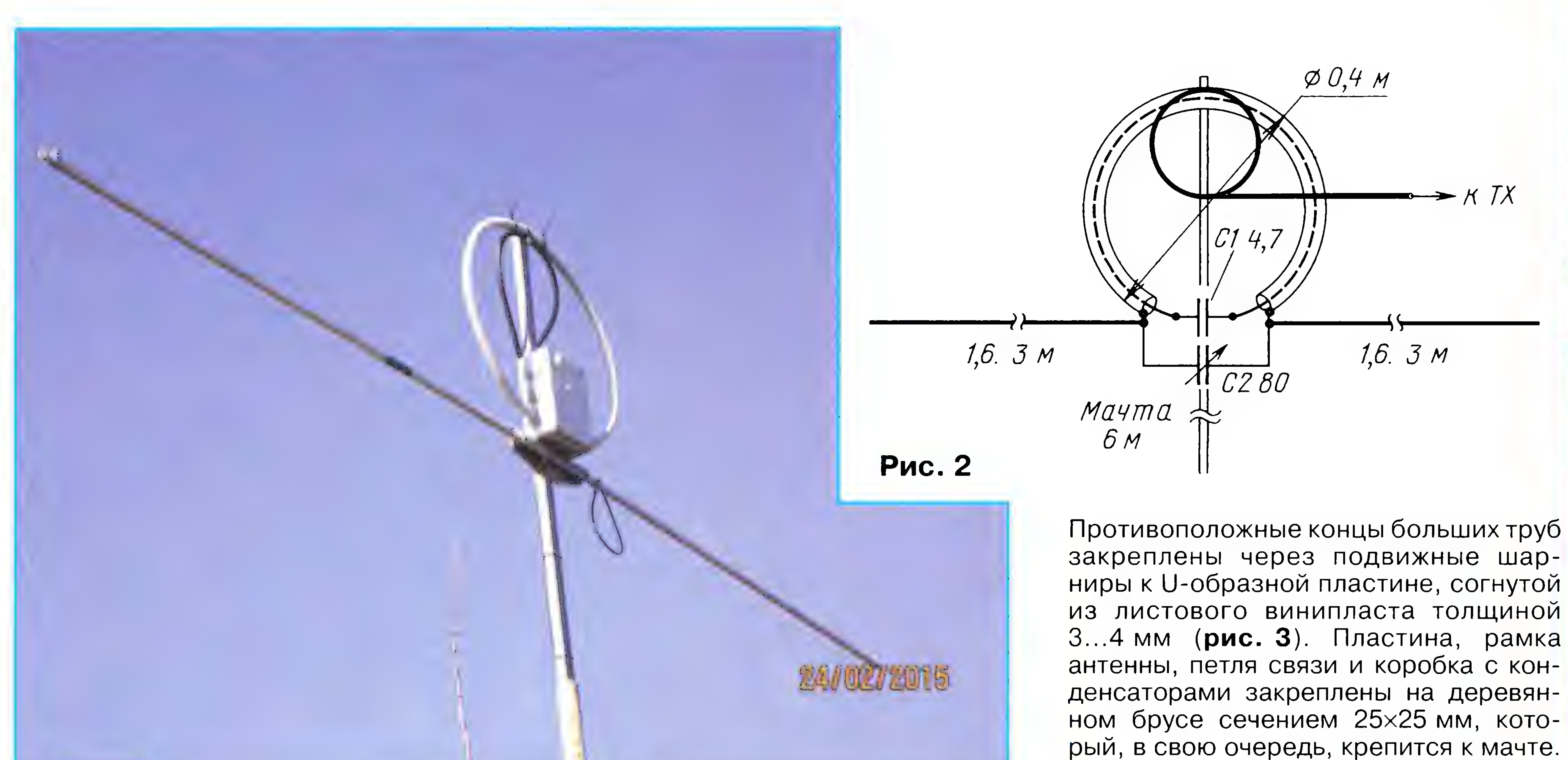


Рис. 1

Рис. 2

Противоположные концы больших труб закреплены через подвижные шарниры к U-образной пластине, согнутой из листового винипласта толщиной 3...4 мм (**рис. 3**). Пластина, рамка антенны, петля связи и коробка с конденсаторами закреплены на деревянном брусе сечением 25×25 мм, который, в свою очередь, крепится к мачте. Приблизительно на расстоянии 100 мм



Рис. 3

от внутренних торцов в каждую трубу вмонтирован болт M4 с гайкой, которые служат для подключения дополнительного конденсатора на диапазоне 14 МГц. Узел крепления лучей позволяет поворачивать их либо в рабочее, либо в походное положение. В сложенном состоянии длина каждого луча составляет 1,6 м, в разложенном — около 3 м.

Лучи соединены с внешней оболочной кабеля рамки голым многожильным медным проводом. Поскольку пайка алюминия дело "хлопотное", к внутренним торцам больших труб для снижения переходного сопротивления приклёпано по четыре контактных лепестка алюминиевыми заклёпками. Провода, соединяющие лучи с рамкой, припаяны ко всем четырём лепесткам. Места клёпки и пайки защищены от атмосферных воздействий несколькими слоями изоляционной ленты.

Конденсатор C1 — К15У-1В 3,5 кВ 4,7 пФ 4 кВАр. Конденсатор C2 — самодельный переменной ёмкости типа "бабочка", состоящий из шести роторных и семи статорных пластин. Размеры конденсатора — 115×130 мм. Пластины изготовлены из оцинкованного стального листа толщиной 0,5 мм. Площадь каждой статорной пластины — 24 см^2, площадь каждой роторной пластины в два раза больше. Детали конденсатора собраны на резьбовых шпильках M5, дистанционными втулками служат гайки M5. Применение стали на работоспособности узла отрицательно не сказалось. Впрочем, ничто не мешает применить здесь другие материалы. Автором также был опробован вариант с применением стандартного КПЕ-2, у которого были удалены через одну роторные и статорные пластины.

Дистанционное управление переменным конденсатором C2 осуществляют сервоприводом рулевой машинки HiTec HS-311 типоразмера Standard, применяемой в авто- или авиамоделях. Для механической связи сервопривода и конденсатора применены стандартные качалки и тяги из проволоки (**рис. 4**).

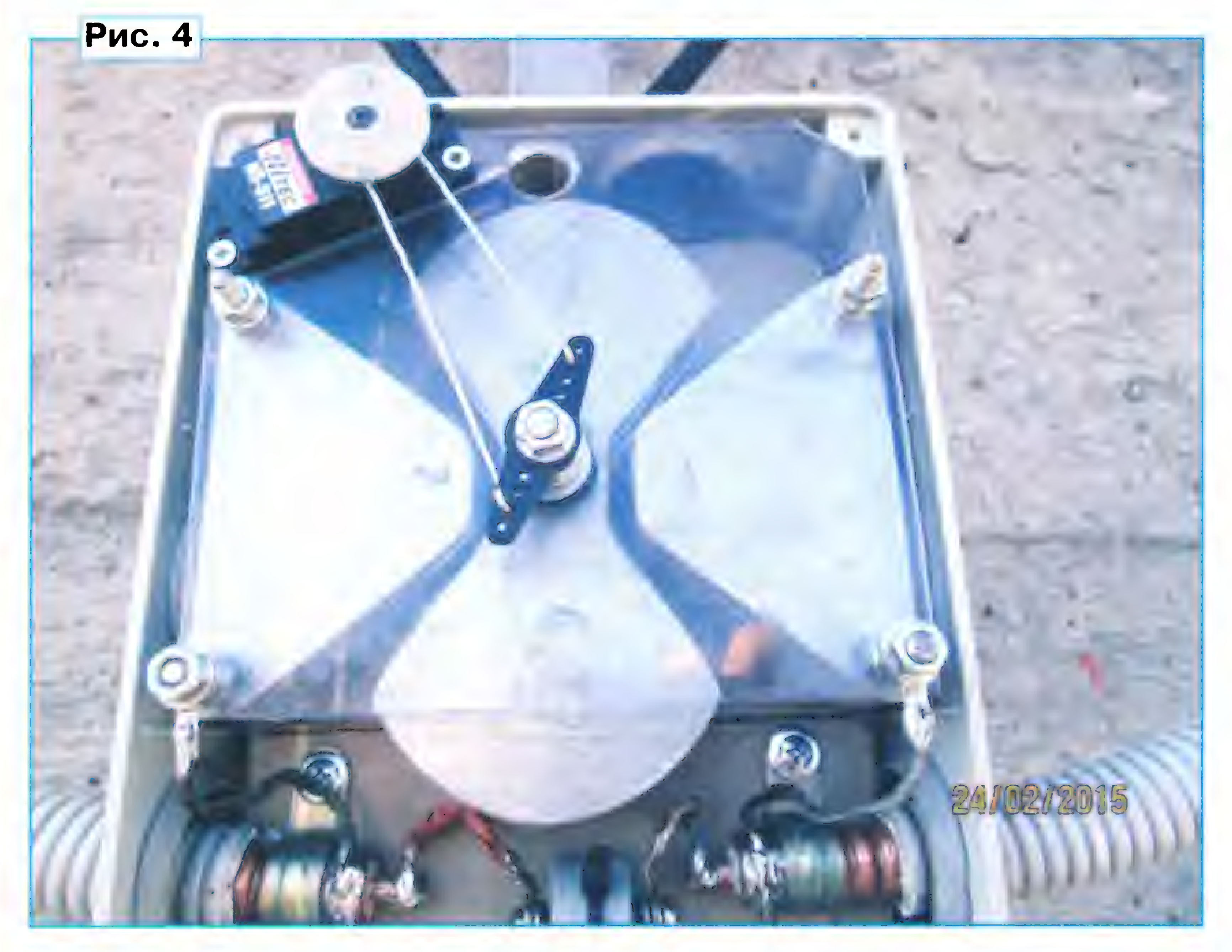


Рис. 4



Рис. 5

Конденсаторы C1, C2 и механизм сервопривода размещены в герметичной пластиковой распаечной коробке размерами 140×200 мм для открытой электропроводки.

Для управления сервоприводом служит выносной пульт (**рис. 5**), изготовленный на базе сервотестера с цифровым индикатором [2]. Команды на сервопривод передаются по кабелю UTP-4-C5e — витой паре 4×2 для компьютерных вычислительных сетей. Используются три пары проводов (по два провода, включённых параллельно).

Цифры на индикаторе сервотестера показывают угол поворота вала рулевой машинки. На корпусе пульта закреплена таблица, указывающая, какое числовое значение следует выставить на индикаторе для работы антенны на том или ином диапазоне и в зависимости от длины лучей (эта таблица составляется в процессе настройки антенны). На сервотестере слева расположена кнопка "Select", при нажатии на которую после установки необходимого значения на индикаторе выполняется поворот вала рулевой машинки на установленный угол. В исходном положении два из трёх проводов кабеля, идущих от пульта управления к рулевой машинке, разомкнуты. Сделано это для того, чтобы исключить самопроизвольное проворачивание сервопривода под действием наведённого напряжения. Для этих же целей на кабель управления надето ферритовое кольцо в месте его подводки к сервоприводу.

При нажатии на кнопку "Select" контакты замыкаются, и вал рулевой машинки устанавливается в нужное положение. Время поворота ротора конденсатора из одного крайнего положения в другое — около секунды, точность позиционирования за счёт обратной связи очень высока. Чтобы было удобнее управлять сервотестером, штатная ручка регулятора установки угла заменена ручкой большего диаметра. Для питания сервотестера требуется стабилизированный источник постоянного напряжения от +4,8 до +6 В. При напряжении питания +6 В кабель управления может быть длиной 50 и более метров.

Петля связи изготовлена из коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом, по которому питается антенна. Основные размеры петли и способ её изготовления показаны на **рис. 6**. На конце кабеля и в месте, отстоящем от него на 400 мм, удалена внешняя изоляционная ПВХ-оболочка, а в середине этого отрезка на длину 10 мм удалена и оболочка, и внешний проводник — оплётка (рис. 6). Внутренний проводник припаивают на конце кабеля к оплётке. Затем этот конец кабеля накладывают на второй участок с удалённой внешней изоляцией и припаивают к нему. Полученную петлю прикрепляют к верхней части рамки антенны (см. рис. 3), которая, в

свою очередь, закреплена на рейке с помощью нейлоновых кабельных стяжек. При монтаже верхушка мачты, точка симметрии петли связи и точка симметрии излучающей рамки должны совпасть. На одинаковом расстоянии влево и вправо от точек симметрии (ориентировочно 4...5 см) петля связи с помощью кабельных стяжек крепится к излучающей рамке. Симметрия в этом месте важна, она позволяет избежать появления токов на оплётке питающего кабеля и работать без "земли". Антенна монтируется на мачте высотой около шести метров. Она состоит из трёх пластиковых труб диаметром 42, 36 и 30 мм. Автор использовал три секции восьмиметровой мачты из комплекта "Мачта-8-2у" производства фирмы R-QUAD. Изначально антенну собирают на земле в горизонтальном положении, после чего устанавливают в вертикальное положение и фиксируют в нужном направлении с помощью подпорок, которые, в свою очередь, крепятся с помощью металлических кольев, вбитых в грунт. Этих двухметровых подпорок вполне достаточно, чтобы надёжно зафиксировать антенну.

На этапе предварительной настройки антенны может потребоваться изменение формы петли связи из округлой в вытянутую (овальную), и наоборот, и подбор длины лучей. Критерием оптимальной настройки следует считать минимальное значение КСВ (у автора

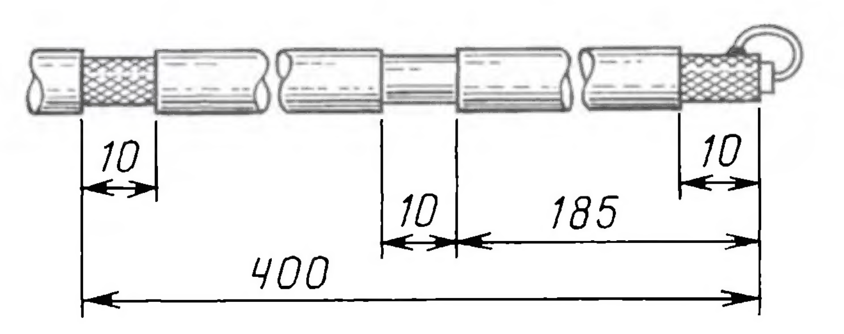


Рис. 6

не хуже 1,5) на указанных диапазонах. Антенна достаточно широкополосная, и при настройке на середину любого любительского диапазона дополнительная подстройка, как правило, не требуется. КСВ в пределах всего диапазона не должен превышать значения 2, за исключением, пожалуй, только диапазона 10 метров. При работе на его крайних частотах может потребоваться дополнительная подстройка.

Диаграмма направленности антенны в горизонтальной плоскости имеет вид эллипса, вытянутого продольно лучам, и не имеет глубоких провалов. Разница уровней сигнала, излучаемого в направлении лучей и перпендикулярно им, — около 3 дБ.

Первое же испытание антенны на диапазоне 10 метров позволило провести связь с островом Тасмания. Впоследствии на разных диапазонах, а особенно на 20 метрах, было проведено множество QSO. Во всех случаях антенна показала хорошую эффективность.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Грачёв А.** Антенна UA6AGW v. 40. — Радио, 2011, № 2, с. 59—61.

2. Цифровой сервопривод тестер. — URL: **http://ru.aliexpress.com/item/Digital-Servo-Tester-ESC-Consistency-Tester-for-RC-Helicopter-4-8v-6v-20423/737234182.html** (29.02.16).

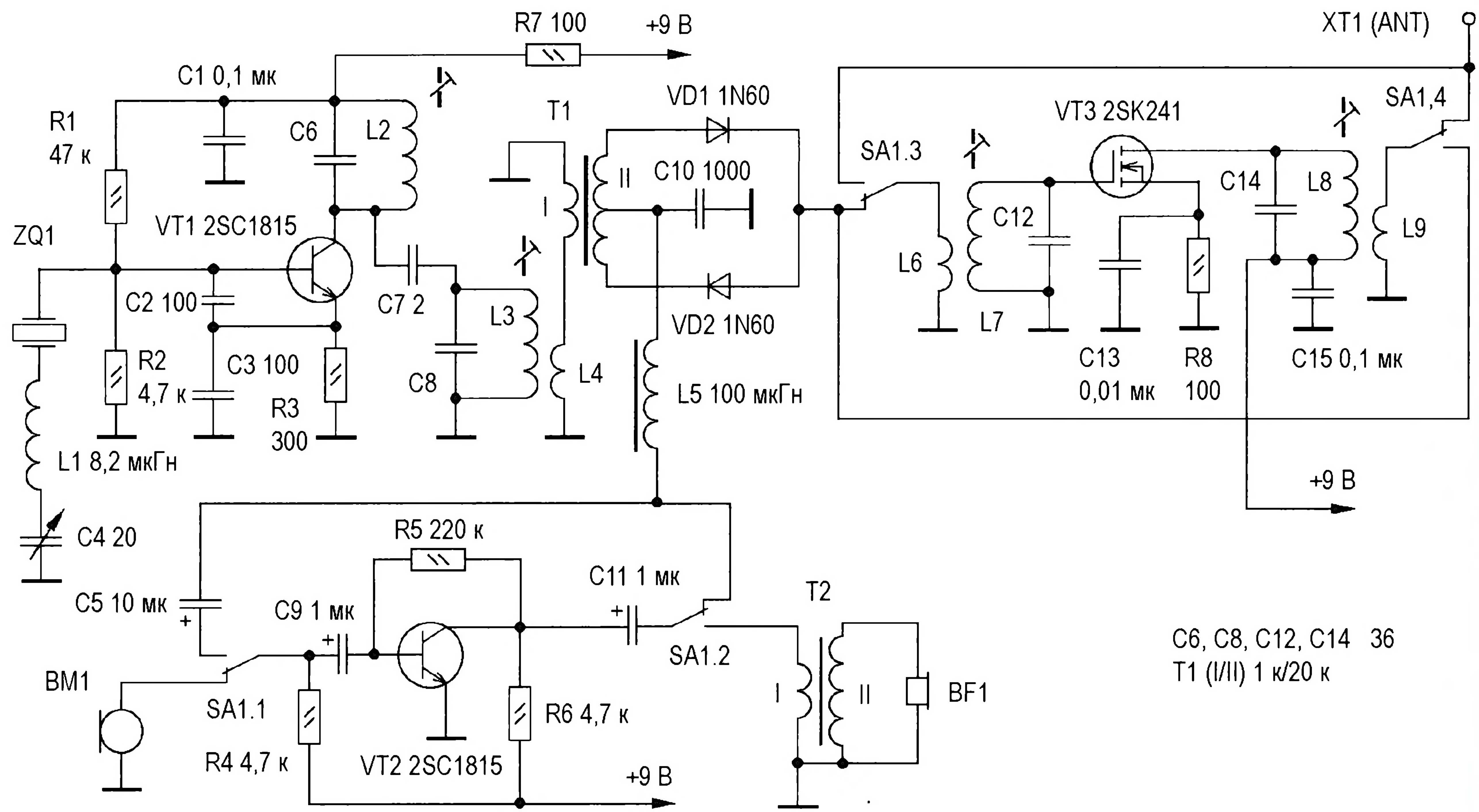
DSB-микротрансивер

В японском радиолюбительском журнале "CQ" было опубликовано описание DSB-микротрансивера на диапазон 28 МГц, выполненного всего на трёх (!) транзисторах (**http://www.cqpub.co.jp/hanbai/books/15/15061/15061_p.180-181.pdf**). Его схема приведена на **рисунке**.

Конечно, QRPP-трансивер ориентирован в основном на местные связи, но это тоже часть радиолюбительства. А повторение простых аппаратов позволяет набраться опыта в конструировании. Простота этой конструкции объясняется тем, что при передаче формирование DSB происходит сразу на рабочей частоте, а при приёме — это несложный приёмник прямого преобразования.

На транзисторе VT1 выполнен VXO, который перестраивается конденсатором C4. Кварцевый резонатор ZQ1 использован на частоту 14318 кГц. Полосовой фильтр L2C6C7L3C8 на выходе VXO настроен на его вторую гармонику. ВЧ-напряжение с VXO поступает на узел, выполненный на диодах VD1, VD2. При передаче он работает как балансный модулятор, формирующий DSB-сигнал, а при приёме работает как смесительный детектор приёмника прямого преобразования. Заметим, что эти каскады трансивера не коммутируются при переходе с приёма на передачу.

Каскад на транзисторе VT2 — это либо микрофонный усилитель (передача), либо УНЧ (приём). При приёме сигнал на пьезотелефон BF1 поступает через повышающий трансформатор T2. Каскад на транзисторе VT3 — это либо УВЧ приёмника, либо "усилитель мощности" передатчика. Необходимая коммутация в этих каскадах при переходе с приёма на передачу осуществляется переключателем SA1.

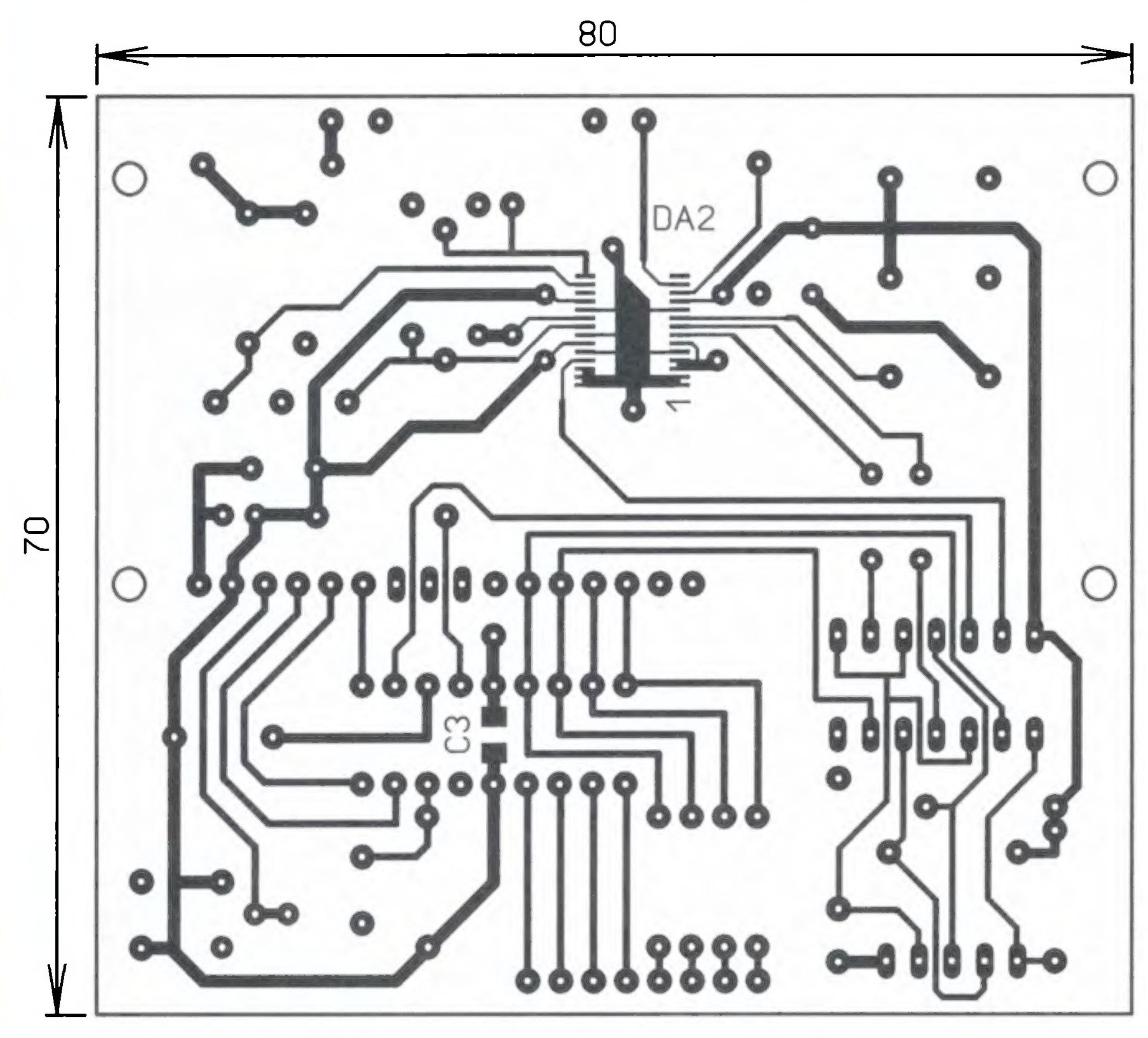


НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

КУЛЕШОВ С. Генератор на PIC16F84A и AD9850. — Радио, 2004, № 3, с. 27—29.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы и расположение элементов генератора (кроме клавиатуры и разъёмов XW1, XW2) показаны на **рис. 1**. Применён стеклотекстолит с двухсторонним омеднением. Фольга со стороны установки элементов оставлена как экран и как общий провод. Для соединения с ним в отверстиях, отмеченных на рис. 1 чёрными точками, выводы элементов, а где их нет — куски лужёного провода, пропаивают с двух сторон платы. Все остальные отверстия со стороны элементов раззенковывают. Микросхему DD2 и конденсатор C3 устанавливают со стороны печатных проводников. Изменены номера выводов питания микроконтроллера DD1: Ucc — вывод 14, GND — 5 (в схеме была допущена ошибка, о которой указано в журнале "Радио", 2005, № 1, с. 74). Вывод 22 DD2 (RESET) соединён с общим проводом. Кварцевый генератор G1 — HCMOS/TTL в корпусе DIL-14. Для генератора в корпусе DIL-8 нумерация выводов на плате указана в скобках. Конденсаторы, кроме оксидного C2, — керамические; C3 — поверхностно-монтируемый типоразмера 1206. Фильтр Z1 собирают из элементов L1, L2, C6—C8 на небольшой плате и подключают к плате генератора тремя короткими отрезками лужёного провода. Индикатор HG1 крепят над платой на четырёх стойках с винтами M2,5. Если нет надобности в узле управления от ПК, то его элементы не устанавливают. При этом необходимо контактные площадки под выводы 2, 6, 12 микросхемы DD3 К176ЛС1 соединить перемычками с площадками под выводы 13, 9, 4 в соответствии со схемой на рис. 2 статьи.



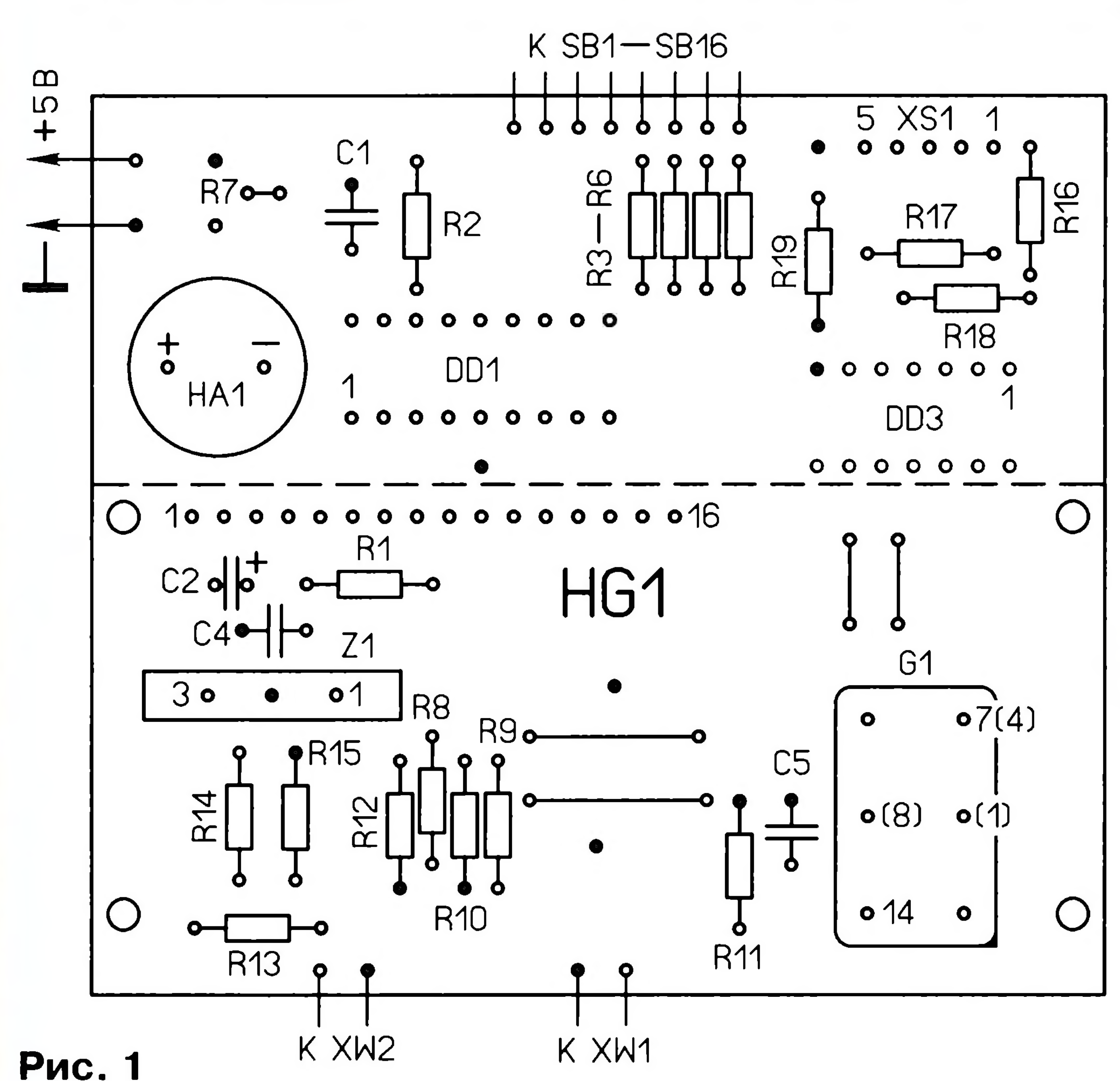


Рис. 1

От редакции. Чертёж печатной платы в формате Sprint LayOut 5.0 имеется по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/04/generator.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

МАКАРЕЦ С. Дозиметр-индикатор интенсивности облучения. — Радио, 2015, № 12, с. 29—32.

Третий вариант прошивки.

Автор предлагает третий вариант прошивки для прибора (версии 3.1—3.3) с индикацией не только дозы радиации, но и времени, в течение которого эта доза накоплена.

С этим вариантом в нижней строке прибора поочерёдно, от измерения к измерению, выводится либо стандартное сообщение "ФОН ∑Доза", либо время накопления суммарной дозы в формате _г_ _ _с_ _ч (годы, сутки, часы), при этом значение суммарной дозы _ _ _,_мР выводится постоянно. В версии 3.1 движущийся курсор в верхней строке — мигающий, в версии 3.2 — движущийся курсор в виде подчёркивания, в версии 3.3 вместо курсора меняется положение заглавной буквы в слове "Доза" нижней строки ("Доза" — "дОза" — "доЗа" — "дозА"). Движение курсора или заглавной буквы происходит в течение одного часа измерения примерно каждые 15 мин. Время накопления суммарной дозы запоминается ежечасно в EEPROM МК. При формировании содержимого EEPROM следующие после описанных в опубликованной статье три строки энергонезависимой памяти будут выглядеть так:

00 FF FF 20 15 FF FF FF
00 00 FF 03 65 FF FF FF
00 FF FF FF 24 FF FF FF

В ячейках с первоначально нулевыми значениями будут храниться (в шестнадцатеричном виде) данные лет, суток (две ячейки) и часов работы прибора соответственно. При повторном включении выводится накопленный результат. При достижении значения 10 лет для времени работы или 1 Р для суммарной дозы (в условиях низкого естественного фона эти события наступят практически одновременно) данные времени работы и суммарной дозы автоматически обнуляются.



Рис. 2

Пример индикации прибора с прошивкой версии 3.3 показан на **рис. 2**.

От редакции. Программа микроконтроллера имеется по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/04/dzm-ind_mod.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

ПРОКОШИН В. Логометрический термометр. — Радио, 2016, № 1, с. 34—36.

На схеме устройства (рис. 3 в статье) проводник, соединяющий выводы 2, 4, 5 и 11 микросхемы DD1 и правые обкладки конденсаторов C3, C5, необходимо отключить от нижнего вывода резистора R7 и подключить к левому выводу резистора R2.

E-mail: consult@radio.ru
тел. 607-89-00



Получатель ЗАО «Журнал «Радио»
ИНН 7708023424, р/с 40702810438090103159,
ПАО Сбербанк г. Москва,
К/с 30101810400000000225,
БИК 044525225, КПП 770801001

Проводится подписка на второе полугодие 2016 г. Подписная цена одного номера журнала по каталогу Роспечати 165 руб.

Подписка на шесть номеров (без учёта стоимости местной доставки) стоит 990 руб.

Всё, что вы платите сверх этой суммы, — стоимость услуг по доставке журнала от вашего узла связи до вашего дома.

Стоимость полугодовой подписки при получении журнала в редакции (без рассылки) для физических лиц — 900 руб., для юридических лиц — 980 руб.

Стоимость с рассылкой из редакции (адресная рассылка) для индивидуальных подписчиков России — 1350 руб., для индивидуальных подписчиков из стран СНГ — 1840 руб.

Стоимость с рассылкой из редакции (адресная рассылка) для юридических лиц России — 1366 руб. 20 коп., для юридических лиц СНГ —1888 руб. 92 коп.

Стоимость подписки с адресной рассылкой для жителей дальнего зарубежья на полугодие — 40 USD, на год — 80 USD.

В редакции журнала "Радио" можно приобрести журналы "Радио"

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			в Россию	в остальные страны
2010	1—12	25 руб.	81 руб.	167 руб.
2011	1—12	45 руб.	101 руб.	187 руб.
2012	1—12	80 руб.	136 руб.	222 руб.
2013	1—12	95 руб.	161 руб.	237 руб.
2014	1—12	110 руб.	176 руб.	252 руб.
2015	1—6	125 руб.	191 руб.	276 руб.
2015	7—12	135 руб.	201 руб.	277 руб.
2016	1—6	150 руб.	216 руб.	292 руб.
2016	7—12	165 руб.	231 руб.	307 руб.

На бланке напишите, за какие журналы вы переводите деньги и укажите свой точный адрес (с почтовым индексом). После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим вам журналы. При переводе денег почтовым переводом может понадобится почтовый индекс банка 101000.

Подписные индексы журнала "РАДИО" по каталогам: Каталог Агентства РОСПЕЧАТЬ 70772; Объединённый каталог "Пресса России" 89032; "Каталог Российской прессы" Почта России 61972.

НАБОРЫ ЖУРНАЛА "РАДИО"

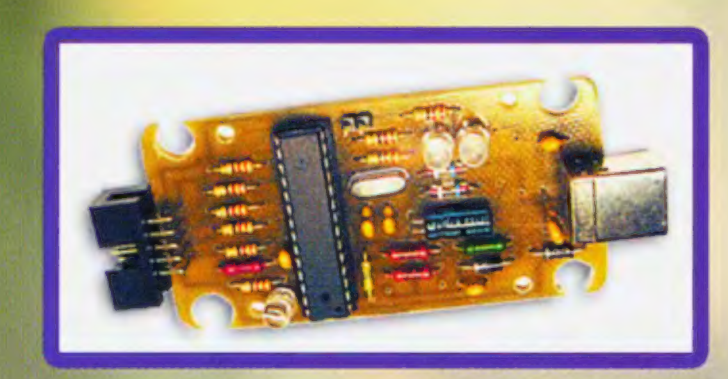




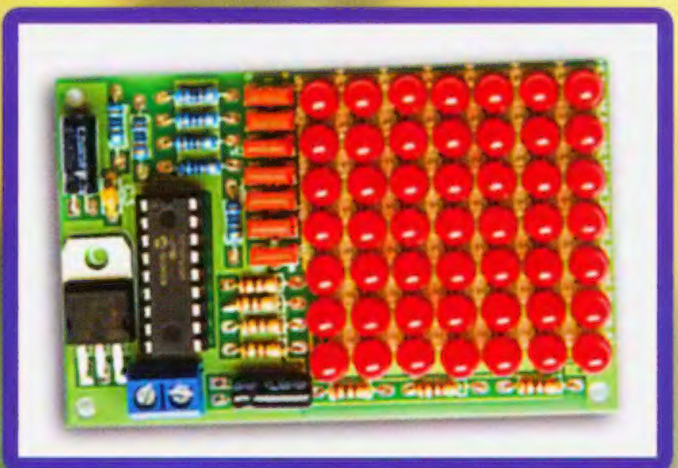
"Программируемый термостат"



"Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П"



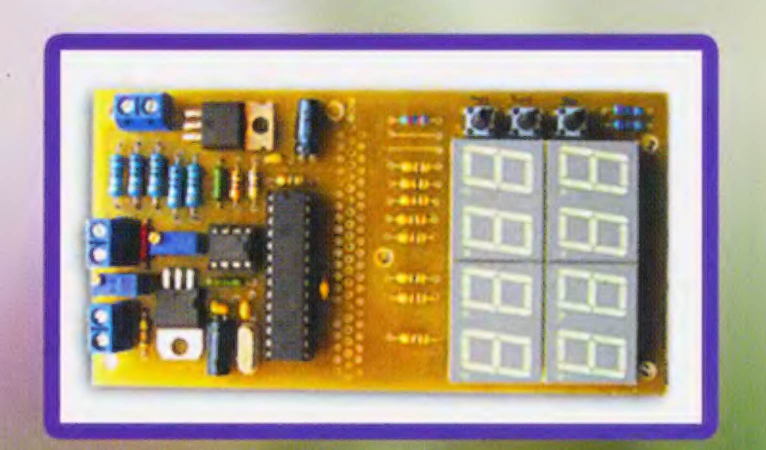
"USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910"



"Автомат световых эффектов на микроконтроллере"



"Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676"



"Цифровое устройство защиты с функцией измерения"

http://kits.radio.ru